

**LITERARISCHE UND EXPERIMENTELLE
STUDIEN ÜBER DIE ANWENDUNGS-
MÖGLICHKEITEN FÜR KUNSTSTOFFE
IN DER OPERATIVEN AUGENHEILKUNDE**

Erhard Müller-Planitz

1966

Aus der Klinik für Augenkrankheiten
der Universität Frankfurt am Main
Direktor: Prof. Dr. med. R. Thiel

LITERARISCHE UND EXPERIMENTELLE STUDIEN ÜBER
DIE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR KUNSTSTOFFE IN DER
OPERATIVEN AUGENHEILKUNDE

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin

der hohen medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von
Erhard Müller-Planitz
aus Dresden

Frankfurt am Main 1964

Dekan : Professor Dr. med. W. Rotter

Referent : Professor Dr. med. W.A. Lieb

Korrereferent : Professor Dr. med. vet. G. Schoop

Mündliche Prüfung : 17. Februar 1966



Inhaltsverzeichnis

I. Literarischer Teil

Einleitung

Eingriffe gegen die Ptosis	S. 3
Frakturen der knöchernen Orbita	S. 7
Tränenabflußwege	S. 9
Augenhöhlenimplantate	S. 12
Netzhautablösung	S. 15
Fremdkörpereinbettung bei fistulierenden Glaukomoperationen	S. 20
Hornhautprothesen	S. 24
Aphakie	S. 26

II. Experimenteller Teil

EASTMAN-910 MONOMER ALS ERSATZ CHIRURGISCHEN NAHTMATERIALS S. 37

Die Anwendungsmöglichkeiten für den Gewebsklebstoff in den
verschiedenen chirurgischen Fachdisziplinen

Chemische und physikalische Eigenschaften des Monomers Eastman-910

Sterilisierbarkeit von Eastman-910 Monomer

Gewebsreaktion auf den Klebstoff

Tierexperimentelle Untersuchungen über die Eigenschaften und die
Verwendbarkeit von Eastman-910 Monomer bei Operationswunden
an der Hornhaut

Aufgabe der Untersuchungen

1. Versuchsserie S. 44

Schnittführung

Applikation des Klebstoffes

Versuchsanordnung zur Prüfung der Festigkeit des Wundverschlusses

Versuchsergebnisse der Wundsprennung an enukleierten Kälberaugen

Statistische Auswertung

Diskussion der Versuchsergebnisse aus der 1. Versuchsserie

2. Versuchsserie S. 52

Tierversuche an Kaninchen und Hunden

Ergebnisse der Wundsprennungsversuche der 2. Versuchsserie

Gewebsverträglichkeit von Eastman-910 am Hunde- und

Kaninchenaugen

Diskussion der Tierversuchsergebnisse der 2. Versuchsserie

III. Zusammenfassung

S. 58

Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

Während in früheren Jahren ein Ersatz körpereigenen Gewebes nur durch Auto-, Homo- oder Heterotransplantate, durch Metalle oder andere natürlich vorkommende Stoffe möglich war, hat die Entwicklung gewebsverträglicher Kunststoffe mit bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaften der operativen Augenheilkunde neue Möglichkeiten eröffnet. Seit der Einführung des Polyviols in die Augenheilkunde durch R. Thiel im Jahre 1939 sind viele neue Kunststoffe in der Ophthalmologie zur Anwendung gekommen. Die vielfältigen Anwendungsgebiete dieser alloplastischen Materialien bei den einzelnen augenärztlichen Operationen, die zur Verwendung kommenden verschiedenartigen Kunststoffe sowie deren spezielle physikalische und chemische Eigenschaften sollen im folgenden beschrieben werden.

Im Rahmen dieser Arbeit über Kunststoffe in der Augenchirurgie wird über eigene Untersuchungen eines neuartigen Wundklebstoffes auf Acrylatbasis berichtet, der sich zur Verklebung von Operationswunden am Auge eignet und sich der herkömmlichen Wundversorgung mit chirurgischem Nahtmaterial in mancherlei Hinsicht überlegen zeigt.

Eingriffe gegen die Ptosis

Die operative Korrektur der Ptosis kongenitalen oder paralytischen Ursprungs ist eine recht schwierige Aufgabe. Schon die Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Operationsmethoden deutet darauf hin, daß jede Methode mit gewissen Nachteilen behaftet ist.

Grundsätzlich lassen sich 3 Operationsprinzipien unterscheiden:

1. Levatorkürzung und Tarsusverschmälnerung,
2. Schaffung einer dauernden Verbindung zwischen m. rectus superior und Oberlid,
3. Anlegen einer künstlichen Sehne zwischen Oberlid und m. frontalis.

zu 1)

Die ersten Versuche der Levatoroperation (Levatorvorlagerung oder Levatordoppelung) gehen auf Graefe, De Lapersonne, Elschning und Everbusch zurück. Operationstechnisch erwiesen sich jedoch diese Eingriffe als sehr schwierig, da das Aufsuchen des Levators von der Hautseite her nicht gelang. Die neuere Methode von Blaskovic geht den Levator nicht mehr von der Hautseite, sondern von der Konjunktivalseite her an, was sich als wesentlich einfacher herausstellte. Der Nachteil der Levator- und Tarsusverkürzenden Operationen nach Blaskovic liegt jedoch darin, daß der Umfang der notwendigen Resektion nur schwer vorherzubestimmen ist und deshalb häufig Unter- oder Überkorrekturen resultieren (Berke, Galli, Lindner u.a.). Um der Ungewissheit des zu erwartenden Operationsergebnisses vorzubeugen, empfahl Lindner die Anlegung einer Probenahrt. In Fällen einer Überkorrektur führt Kreiker eine Levartotenotomie aus.

Ketesy betont, daß in gut gelungenen Fällen ein geringer Lagophthalmus bestehen bleibt, der aber, ebenso wie der physiologische Lagophthalmus der Chinesen, funktionell keine Bedeutung hat (Fuchs). Kreiker weist

darauf hin, daß die Levator- und Tarsusresektion - entgegen der weitverbreiteten Meinung - auch noch durchführbar sei, wenn keine oder fast keine Levatorfunktion mehr vorhanden ist.

zu 2)

Einem anderen Operationsprinzip folgt die Operationsmethode nach Motais und deren Varianten, wie sie von Wheeler, Dikey, Nida, Young, Cannas, Bietti u. a. angegeben wurden. Sie übertragen die Lidheberfunktion auf den musc. rectus superior. Diese Anastomosierung zwischen Lid und Rectus sup. kann entweder durch Muskel-läppchen vom Rectus sup. zur Ansatzstelle des Levators oder vom Levator zum Rectus sup., durch Anlegung einer plattförmigen Sehne-an-Muskel-Verbindung zwischen Levator und musc. rectus sup. oder durch Muskel-an-Muskel-Verbindung erfolgen. Nida, Trainor u. a. schaffen die Verbindung vom Lid zum musc. rectus sup. durch Anlegung eines unter dem musc. rectus sup. durchgeführten Bügels, der aus tarsokonjunktivalem Gewebe, aus dem m. orbicularis, m. levator, aus einem Fascienstreifen oder Kunststoffstreifen (Bietti) gebildet wird. Galli, Carbajal u. a. weisen auf das Bellsche Phänomen und den nächtlichen Lagophthalmus hin, der zu Keratitiden und Ulcus corneae führen kann. Auch Diplopie infolge Überlastung des m. rectus sup. ist eine nicht seltene Folge. In Fällen eines kombinierten Ausfalls des Levators und des m. rectus sup. ist die Motais-Operation nicht durchführbar.

zu 3)

Eine dritte Möglichkeit der Ptosiskorrektur beruht auf dem Prinzip, die gestörte Levatorfunktion durch Anlegung einer künstlichen Sehnenverbindung auf den funktionstüchtigen m. frontalis zu übertragen. (Pagenstecher, Friedenwald-Guyton u. a.) Der Nachteil dieses Operationsprinzips - künstliche Sehne vom Lid zum m. frontalis - ist offensichtlich. Die Hebung des Lides erfolgt in senkrechter Richtung, das Lid wird vom Auge abgehoben und nicht, wie physiologischerweise üblich, in das Auge hineingezogen. Trotzdem wird nach dieser Methode heute vielerorts operiert.

Die Lidhebung durch künstliche Sehnenverbindung zwischen m. levator und m. frontalis kann erfolgen durch:

- a) Kauterisation des m. orbic. oculi, durch Legung provisorischer Nähte oder resorbierbaren Nahtmaterials (Catgut). Diese Maßnahmen bezwecken eine narbige Verwachsung des Lides mit dem m. frontalis (Pagenstecher, Hess, Elschmig u. a.)
- b) Lidhebung durch Lidhaut-, Levator-, Orbicularis- oder Frontalmuskelläppchen (Panas, Machek, Siklossy, Schimek, Strampelli u. a.)
- c) Lidhebung durch endgültig liegenbleibende Fremdkörper z. B. Metalldraht aus Stahl oder Edelmetall (Mules, Friedenwald-Guyton, Borges, El-Gamal u. a.), durch Seidenfäden (Koster, Friedenwald-Guyton, Carbajal, Hess u. a.), Fascienstreifen aus der fascia lata (Lieb, Wiener, Magnus, Lexer, Fonte u. a.), Kunststoffstreifen oder Kunststoffäden (Bietti, Lieb, Galli, Illig, Sugar, Forestner, Stone, Vannas u. a.)

Bei Metalldrahtoperationen besteht die Gefahr der Ermüdung des Materials oder des Durchschneidens des Drahtes durch die Lidhaut. Nach Bettman sind in einem hohen Prozentsatz der Fälle nach Stahl-draht- oder Seidenfadenoperationen Eiterungen beobachtet worden, da der Faden zwischen den Talgdrüsen des Tarsus verläuft und die Seide einen starken Fremdkörperreiz verursacht.

Vielversprechend scheint die Anwendung der Kunststoffe bei der Ptoisoperation. Bietti berichtete 1954 über gute Erfolge bei der Anwendung von Vinyon-N-Gewebsstreifen, wobei das poröse Kunststoffgewebe eine gute Durchwachsung mit Narbengewebe gewährleistet. Lieb verwendete mit Erfolg Nylon- oder Perlonfäden, Galli berichtet über Danylangelschnur, die ihm wegen der hohen Reißfestigkeit besonders geeignet erscheint, Illig verwendet kunststoffüberzogene Goldfolie, die er zwischen Haut und Tarsus einbettet.

Weitere Möglichkeiten der Anwendung von Kunststoffgewebsstreifen
sehen Lies und Geeraets bei Ectropion élagophthalmo. Auch zur
Anipolsterung des eingesunkenen Oberlides nach Enucleatio bulbi
kommen Kunststoffe in Form von Nylongarnimplantaten, Methyime-
takrylatplättchen, Polyvinylschwamm und verwandte Materialien
zur Anwendung (Sugar, Forestner, Stone, Vannas).

Frakturen der knöchernen Orbita

Zur Versorgung einer Fraktur des Orbitalrandes oder des Bodens der Orbita stehen uns in der augenärztlichen Wiederherstellungschirurgie autoplastische Substanzen wie Knochenspan, Rippenknorpel, Fascia-lata-Streifen oder aber alloplastische Substanzen auf Kunststoffbasis zur Verfügung, z.B. Teflon, Supramid, Methylmetakrylat, Polyäthylen.

Dem Vorteil der unbedingten Gewebsverträglichkeit der autoplastischen Substanzen stehen die Verlängerung der Operationszeit durch die Knochenspanentnahme oder Rippenknorpelresektion sowie die für den Patienten unangenehmere und längere postoperative Nachbehandlung nachteilig gegenüber. Dagegen führte die Anwendung der Kunststoffe zu einer Vereinfachung des operativen Eingriffs. Auch sind nach Walser u. a. die vergleichbaren kosmetischen Resultate nach der Operation besser als nach der Anwendung autoplastischen Materials, kann doch die Kunststoffplombe schon vor der Operation ganz den individuellen Verhältnissen entsprechend, formgerecht nach einem in der Zahnheilkunde üblichen Abdruckverfahren angefertigt werden. Auch während der Operation nach Freilegung des Plombenbettes sind noch kleinere Formkorrekturen durch Beschleifen des Kunststoffes und somit eine exakte Einpassung der Plombe in ihr Bett möglich (Walser).

Cibis und Kimmig haben schon 1947 Supramid, Ombredonne und Dollfuss 1951 Methylmetakrylat zur Wiederherstellung der frakturierten Orbita verwendet. Walser hat während der letzten 16 Jahre 37 Patienten mit Orbitalrandfrakturen Methylmetakrylatplomben unter die Cutis implantiert. In 33 Fällen heilte die Plombe reizfrei ein. Browning und Walker benutzen durchlöcherter Polyäthylenplatten, die sie unter das Periost des deformierten Augenhöhlenbodens ein-

schieben und mit Drahtligaturen am Knochen fixieren. Abrahams und Dodd legen den Augenhöhlenboden nicht nur durch einen Hautschnitt vom margo infraorbitalis frei, sondern eröffnen zusätzlich den sinus maxillaris durch eine Caldwell-Luc-Operation. Marden, Cunningham tamponieren die Kieferhöhle fest mit Gaze aus, Fisher legt ein Stahlnetz oder aber einen wassergefüllten Ballon durch einen intranasalen Zugang in den sinus maxillaris ein, um auf diese Art und Weise den abgesunkenen Augenhöhlenboden wieder anzuheben.

Von allen Autoren wird auf die Gefahr der Diplopie, der Incarcerierung des m. rectus inf., m. obliquus inf. oder deren Sehnenscheiden und Fascien nebst direkter Schädigung nervaler Substanz hingewiesen, die durch frühzeitige operative Versorgung weitgehend verhindert werden kann (Converse, Smith u. a.).

Die Kunststoffe spielen im Rahmen dieser plastischen Operationen heute eine große Rolle.

Tränenabflußwege

Nach abgelaufenen eitrigen Entzündungen des Tränensackes, nach Peridakryozystitiden, bei kongenitalen Veränderungen der Tränenwege oder in seltenen Fällen nach Entfernung von Dakryolithen entsteht das Problem der operativen Wiederherstellung des gestörten Tränenabflusses.

Die Exstirpation des Tränensackes, eine zur Zeit der Jahrhundertwende vielfach geübte Operationsmethode, führt wohl zur Ausheilung der Tränensackeiterung, vermag aber nicht die Epiphora zu beseitigen. Diese Operation wird daher heute nur noch als Notfalloperation bei Schwerkranken, bei Tränensacktuberkulose und bei Atresie des Sackes bei alten Leuten (Goldmann u. Bangerter) ausgeführt und ist heute weitgehend durch die Dakryozystorhinostomia abgelöst worden, wie sie von Toti 1904 zum ersten Male beschrieben wurde. In den Modifikationen von Kuhnt, Dupuy-Dutemps, Bourguet, Ohm u. a. oder als endonasaler Eingriff nach Polyak, West und Koffler ist sie auch heute noch in vielen Fällen die Methode der Wahl. Da jedoch die Toti-Operation einen größeren chirurgischen Eingriff erforderte und der relativ große knöcherne Durchbruch zur Nase nicht selten zum Zerfetzen der Nasenschleimhaut, zu Blutungen oder zur Verletzung von Siebbeinzellen führte, suchte man nach neuen Wegen, die es erlaubten, die Trepanationsöffnung zur Nase kleiner und damit komplikationsloser zu gestalten, ohne jedoch den Dauererfolg der Operation in Frage zu stellen.

Die Dakryozystorhinostomie mit Intubation einer Kunststoffröhre nach Summerskill u. a. gestattet es, die knöcherne Trepanationsstelle beim Durchbruch vom Tränensack zur Nase auf einen Durchmesser von 6 mm zu beschränken. Lieb verwendet bei dieser Operationsmethode ein Polyäthylenröhrchen mit einem Innendurchmesser von 3 mm, das an einem Ende gerändert ist. Dieser Rand verhindert ein Durchschlüpfen des Tubus in die Nase.

Eine operationstechnisch noch einfachere Methode ist der Versuch, den canalis nasolacimalis durch Einlage eines Dauerkatheters aus Gummi, Glas, Metall oder aus Kunststoff zu rekanalisieren. Summerskill berichtete zuerst 1949 und 1952 über die Anwendung von Polyäthylenröhrchen anstelle der von Muldoon (1945), Rolf u. Jackson (1951), Barrois (1951) u. a. verwendeten Kanülen aus Vitallium oder Tantal. In neuerer Zeit haben Armstrong u. Mitarbeiter, Bennet, Griffith, Huggert, Gröndahl, Lieb, Moumany, Vincencio u. a. über das Polyäthylen, Scharf, Ertel, Lieb, Vincencio über Supramid zur operativen Wiederherstellung der tränenableitenden Wege berichtet. Moore verwendet ein Perspexröhrchen mit einem durchlöcherten erweiterten Kopfteil, das er nach Schnittincision des unteren canaliculus in den saccus und ductus nasolacimalis einführt und dort dauernd beläßt. Moore, Moumany u. a. weisen darauf hin, daß bei eventuellen Fehlschlägen noch immer die Möglichkeit besteht, die klassische Dakryozystorhinostomie auszuführen. Vincencio legt bei Stenosen des Tränennasenganges für einen Zeitraum bis zu 6 Monaten ein Polyäthylenröhrchen oder einen Nylonfaden in den Tränennasengang, ohne jedoch befriedigende Dauererfolge zu erzielen. Vincencio, Weizenblatt u. a. beobachteten das Auftreten von Fremdkörpergranulomen am Tubusende und einen baldigen Verschuß des Lumens.

Bennet u. Mitarbeiter haben bei besonders starker Epiphora eine Konjunktivoantrorhinostomie mit antronasaler Öffnung zum Abfluß der Tränenflüssigkeit empfohlen. In den unteren Fornix conjunctivae legten sie eine schalenförmige Polyäthylenprothese von 12 mm Länge und 3 mm Breite, die über ein 3 mm dickes Polyäthylenröhrchen in das Antrum ausmündet. Die Verfasser konnten mit dieser Methode auch die extrem starke Epiphora, z. B. nach Transplantation des Parotisdanges, zum Versiegen bringen.

Stenosen des oberen oder unteren canaliculus behebt Griffith durch eine 6-monatige Drainage der canaliculi mit einem Polyäthylenröhrchen, das er sowohl durch das obere als auch durch das untere

punctum lacrimale u-förmig hindurch via Dacryozystorhinostomie-
öffnung in die Nase durchzieht und hier während des angegebenen
Zeitraumes liegen läßt. Bei 26 kontrollierten Fällen gibt der Verf.
eine Erfolgsquote von 61 % an. Huggert hat bei 15 von 20 Patienten
durch temporäre Einlage eines 0,61 mm starken Polyäthylenröhr-
chens in die Canaliculi eine offene Passage erreicht. Eine Dakryozysto-
rhinostomie hält Huggert nur in den Fällen von Stenosen des Tränen-
nasenganges als zusätzlichen Eingriff für erforderlich. Für die Ein-
führung des Tubus verwendet Huggert eine Spezialsonde, die mit
einer Rinne für die Aufnahme des Schlauches versehen ist.

Augenhöhlenimplantate

Nach Enucleatio oder Evisceratio bulbi stehen wir vor der beinahe unlösbaren Aufgabe, eine Prothese in die Augenhöhle einzupassen, die den kosmetischen Ansprüchen des Patienten genügt und gleichzeitig einen Dauererfolg gewährleistet.

Die einfache Enucleation ohne Stumpfbildung zeigt infolge der fehlenden Mitbewegung des künstlichen Auges kosmetisch ungünstige Resultate. Daher ging man dazu über, ein kugelförmiges Gebilde aus Knochen, Knorpel, Fettgewebe, Glas, Edelmetall, rostfreiem Stahl, Paraffin, Schwamm, Hollunder- oder Sonnenblumenmark und neuerdings aus Kunststoff in die Tenonkapsel zu implantieren und die geraden Augenmuskeln darüber zu vernähen. Nach Blaskovic-Kreiker werden die Implantate aus anorganischem Material vom Körper jedoch bald wieder ausgestoßen. Besser sollen sich dagegen tierische Gewebe, z.B. Kalbsknorpel, insbesondere aber autoplastische Substanzen wie Fettgewebe und die modernen Kunststoffe bewähren.

R. Thiel führte 1939 das Polyviol als Plombenmaterial in die operative Augenheilkunde ein, welches auch heute noch neben anderen Kunststoffen wie Supramid (Cibis, Harms), Polyäthylen, Acrylat usw. zur Stumpfbildung Verwendung findet. Da die zumeist glatte Oberfläche des kugeligen Implantates den Augenmuskeln keinen Ansatz bot, und die Augenmuskelsbewegungen nur ungenügend auf Stumpf und Prothese übertragen wurde, versah Ruedemann 1945 sein kugelförmiges Acrylatimplantat auf der distalen Seite mit einem Drahtgeflecht aus Tantalum, an das er die geraden Augenmuskeln und die Bindehaut fest annähte. Die Bindehaut wurde dann durch Tabaksbeutelnaht über dem in der Tenonkapsel liegenden Implantat völlig geschlossen (voll gedecktes Implantat). Eine Bewegungsintegration von Stumpf und Prothese ließ das Implantat von Ruedemann noch nicht zu,

da keine mechanische Verbindung zwischen dem mobilen Stumpf und Prothese bestand (nicht integriertes Implantat). Die Integration erreichte Cutler, indem er die Vorderfläche des Kunststoffimplantates von Bindehaut unbedeckt ließ und Plombe und Prothese durch Stift und Führungsrohr miteinander verband. Jede Bewegung der mit den Augenmuskeln verbundenen Plombe vermochte sich der künstlichen Augenmuschel mitzuteilen (voll integriertes, nicht gedecktes Implantat). Die Infektionsgefahr des von Bindehaut nicht bedeckten Plombenbettes war jedoch sehr groß und führte sehr oft zu einer Ausstoßung der Plombe.

Troutman schmolz in seine Polyäthylenplombe, die er voll mit Bindehaut deckte, einen kleinen Permanentmagneten ein, der ein in die Prothese eingearbeitetes Eisenstück anzieht (voll gedecktes, integriertes Implantat). Weitere Modifikationen wurden von Cibis, Harms, Allen, Levitt, Bietti, Stone u.a. angegeben.

Ein zweckmäßiger Kompromiß zwischen den Vorteilen des voll gedeckten Implantates - verminderte Ausstoßungsgefahr, bessere Verträglichkeit - und den Vorzügen des unbedeckten Implantates - bessere Beweglichkeit - scheint die 2-Stiftplombe nach Arruga-Moura-Brazil zu sein. Die Plombe in Kugelform ist mit 4 Tunneln zur Aufnahme der 4 geraden Augenmuskeln versehen, die in eine Mulde einmünden, in der die Augenmuskeln vernäht werden und dort eine feste Narbenplatte bilden. Durch die Conjunktiva ragen 2 Metallstifte, welche die Verbindung zur Prothese herstellen. Weigelin und Meinke haben bei 75 Patienten mit dieser Plombe 38 ausgesprochen günstige Resultate erzielt, in 7 Fällen kam es zur Spontanabstoßung der Plombe (Beobachtungszeit maximal 3 Jahre). Obwohl die Durchtrittsöffnung der Stifte durch die Bindehaut relativ klein ist, ist das Implantat nach Arruga-Moura-Brazil als nur teilweise gedecktes Implantat anzusprechen. Blaskovic-Kreiker, van der Helm, Drucker, Kreft et al. u.a. weisen darauf hin, daß bei jedem nur teilweise versenkten

Implantat früher oder später Entzündungen, Blutungen, Sekretion, Gewebswucherung und letzten Endes, wenn auch vielleicht erst nach Jahren, die Ausstoßung die unausbleibliche Folge ist. Dem voll versenkten Implantat entweder in Kugelform aus den verschiedenen schon erwähnten Materialien oder auch in Form eines Nylonfadenknäuels, Polystanschwammes (Bangerter, Castrén, Schwab u. a.) gibt Stone besonders in den Altersstufen unter 5 Jahren und über 45 Jahren den Vorzug. Gewisse hygienische und berufliche Voraussetzungen schreiben diese enge Indikationsstellung vor (Lieb). Castrén stellte in vergleichenden Untersuchungen fest, daß seine Acrylat-Tantal-Implantate in 53 %, Nylonfadenknäuel in 16 %, Rippenknorpelimplantate aber nur in 1,6 % der Fälle ausgestoßen wurden und empfiehlt daher autoplastische Materialien für die gedeckte Stumpfbildung.

Auch nach Evisceration wird die Implantation vom Plomben mit Erfolg durchgeführt (Hughes, Ruedemann, Arruga, Veins, Berens u. a.). Als Vorteil gegenüber der Stumpfbildung nach Emucleation wird die bessere Beweglichkeit der noch mit den geraden Augenmuskeln verbundenen Sklerahülle angegeben. Sondermann schlug schon 1919 die Bulbektomie mit nachfolgender Fettgewebeeinpflanzung vor. Burch implantierte nach Ausweidung des Bulbus eine Glaskugel in die Sklerahülle ohne die Cornea zu entfernen. Berens verwendete mit Stahlnetz überzogene Kunststoffkugeln. Ruedemann jr. berichtete 1960 über 198 Eviscerationen mit Implantation von mit Stahlnetz überzogenen Lucitekugeln, die er in leicht modifizierter Burch-Technik einpflanzte. Arruga teilte die Anwendung der 2-Stiftplombe auch nach Evisceratio bulbi mit, wobei er jedoch im Gegensatz zu anderen Autoren die hintere Sklerahälfte und die Cornea reseziert und nur den vorderen Skleralring mit den Rectus-Ansätzen erhält.

Netzhautablösung

Noch vor 30 Jahren galt die Netzhautablösung als eine beinahe unheilbare Erkrankung, die fast immer zum Verlust des erkrankten Auges führte. De Wecker hatte zwar schon 1881 die Anwendung des galvanischen Stromes, Gaupillar 1888 die oberflächliche Kauterisierung der Netzhaut vorgeschlagen. Die Bedeutung des Netzhautrisses für die Pathogenese der Amotio retinae erkannte jedoch erst Gonin im Jahre 1912. Er war es auch, der den Verschluss der Netzhautrisse oder Netzhautlöcher vorschlug und damit den therapeutischen Bemühungen in den folgenden Jahrzehnten den entscheidenden Weg wies. 1930 wurde von Weve die Diathermie in die Augenheilkunde eingeführt.

Da die Ursache der Netzhautablösung nicht immer zu ergründen und damit eine causale Therapie unmöglich war, richteten sich die ärztlichen Anstrengungen darauf, durch konservative und chirurgische Maßnahmen zuerst die abgelöste Netzhaut wieder an die Chorioidea bzw. an das Pigmentepithel anzulegen und dann die wiederangelegte Retina fest an die Chorioidea zu fixieren. Zu diesem Zwecke kamen chemische, thermische, elektrische Kauterisierung der Netzhaut, neuerdings auch die Lichtkoagulation oder Laser zur Anwendung, denn eine chirurgische Naht erwies sich an der leicht verletzlichen und brüchigen Netzhaut als unmöglich. Die Kauterisierung der Netzhaut, der Chorioidea und der Sklera bezweckt eine lokalentzündliche Gewebsreaktion der betreffenden Augenhäute, die zu einer Narbenbildung und damit zu einer Adhäsion der Chorioidea und Retina führen soll.

Unabhängig davon sind in den letzten Jahren eine Reihe von chirurgischen Maßnahmen entwickelt worden, die ebenfalls entweder eine lokalisierte kontrollierte Chorioretinitis mit anschließender adhäsiver Vernarbung, z.B. durch Polyviolplombenauflage auf die Sklera anstreben, die eine Verkürzung des Bulbus durch totale oder subtotale Resektion oder aber eine Wulstbildung der Sklera durch Einbettung von Kunststoffmaterialien in das lamellär excidierte Sklerabett zum Ziel hatten.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessiert besonders die Verwendung der einzelnen Kunststoffe bei den verschiedenen Operationstechniken.

Grundsätzlich lassen sich trotz verschiedenster operationstechnischer Varianten der einzelnen Operateure prinzipielle Operationsmethoden erkennen:

1. Operationsmethoden, die die alleinige Anwendung von Diathermie, Lichtkoagulation oder Laser eventuell in Verbindung mit der Drainage der subretinalen Flüssigkeit vorsehen.
2. Die subtotale oder totale Skleraresektion in einem, mehreren oder allen 4 Quadranten als bulbusverkürzende Operation (Everett, Janssens, Paufigue und Jugonnier, Pischel, Kronfeld u. a.).
3. Aufnähung einer Kunststoffplombe aus Polyviol, Polystan, Silikon auf die Sklera unter Anwendung der Diathermie ohne vorhergehende Skleraresektion (Custodis, Pau, Böke, Klemens, Rosengren, Törnquist, Girard und McPherson, Linnen u. a.). Dabei erstreckt sich die Kunststoffplombe über einen oder mehrere Quadranten.

Ziel der Operation ist es, an der Stelle der Netzhautablösung durch die Implantation der Plombe eine Eindellung der Leder- und Aderhaut zu erreichen, die den Kontakt zwischen abgelöster Netzhaut und Chorioidea wiederherstellen soll. Gleichzeitig soll durch das Kunststoffmaterial, meist Polyviol, ein schwacher Fremdkörperreiz gesetzt werden, der zu einer leichten lokalen Chorioiditis und Retinitis führt. Nach Linnen und Mourges ist diese leichte Entzündung erwünscht, da sie zu einer adhäsiven Vernarbung der beiden Augenhäute führt. Heydenreich, Niedermeier und Klöti dagegen suchen den Fremdkörperreiz des Polyviolkunststoffes zu vermeiden, indem sie Cutis bzw. Ohrknorpel oder fascia lata Streifen als Plombenmaterial verwenden. Anderson und Shea weisen ebenfalls daraufhin, daß Polyviolstücke in den Subkonjunktivalraum des Kaninchens

implantiert, stärkere Resorptionserscheinungen zeigen und nicht ganz reizlos vertragen werden. Histologisch zeigte sich noch nach 3 Monaten eine geringe zellige Reaktion, Makrophagen und eosinophile Zellen sowie wenige kollagene Fasern um das Implantat. Mourges berichtete über die Histologie eines am 21. Tage nach der Aufnähung einer Polyviolplombe verstorbenen Patienten und fand eine stark produktiv- und resorptiventzündliche Gewebsreaktion, die sowohl im episkleralen Gewebe als auch in der Sklera und in der Aderhaut ablief.

Nach der Meinung von Mourges ist der Fremdkörperreiz des Polyviols von entscheidender Bedeutung für eine dauerhafte Verbindung zwischen wiederangelegter Netzhaut und Chorioidea. Dellaporta wies nach tierexperimentellen Studien darauf hin, daß eine vorübergehende Wiedernäherung der getrennten Augenhäute durch eine Eindellung der Sklera genüge. Gehe nach einigen Wochen die Eindellung der Sklera durch Resorptionserscheinungen am chirurgischen Nahtmaterial (oder an der Plombe) zurück, sei trotzdem nicht mit einer Wiederablösung der Netzhaut zu rechnen. Um die Nekrosegefahr durch Druck der Plombe auf die Sklera so klein wie möglich zu halten, empfiehlt Custodis ein nicht zu festes Anziehen der Nähte über der Plombe.

In Fällen, in denen die Plombenaufgabe und die Diathermiekoagulation des Sklerabettes nicht ausreichen, um eine sichere Wiederanlegung der Retina zu erreichen, (z. B. bei unsicherer Lage des Risses auf der Plombe mit Fistelgefahr, als Prophylaxe bei der eventuell notwendig werdenden Plombenentfernung, zur Abriegelung einer Traktionsrosette oder einer ungeheilten Amotio - um nur einige Indikationen zu nennen -) empfiehlt Böke die zusätzliche Anwendung der Lichtkoagulation. Bei Riesenrissen führt Linnen zusätzlich eine subtotale Skleraresektion und eine partielle Refugung der Sklera auf der dem Riss gegenüberliegenden Seite aus, um den Glaskörper risswärts zu verlagern.

Da Polyviol nicht sterilisierbar ist, schlägt Klemens Polystan als Plombenmaterial vor, Girard und McPherson verwenden Silikonschläuche, die sie um den ganzen Bulbus herumführen und episkleral aufnähen.

Die Cerclage équatorial Operation nach Arruga sieht die Umschnürung des Augapfeläquators mit einem Supramid- oder Seidenfaden vor. Klöti verwendet dazu fascia lata Streifen. Der Nylonfaden wird bei der Cerclage Operation nach Arruga unter den geraden Augenmuskeln durchgeführt und, um ein Abgleiten zu verhindern, an 4 Stellen auf der Sklera fixiert. Jonkers führt die Operation in den Fällen durch, in denen mit anderen Eindellungsoperationen kein Erfolg zu erzielen war.

4. Lamelläre Skleraresektion in Verbindung mit Plombenaufgabe auf die Resektionsstelle zur Wulstbildung an der Stelle der Netzhautablösung, sog. "Scleral buckling" nach Schepens, Okamura, Brockhurst, Friedman, Wagner, Lasky, Blumenthal, Regan u. a.

Operationstechnik: In dem Quadranten, in dem Netzhautdefekte festgestellt wurden, wird die Lederhaut unter Spiegelkontrolle mit einer stumpfen Kugelelektrode eingedellt und der Umfang der Amotio durch Einschaltung eines schwachen Stromes auf der Sklera markiert. Mit der Brandmarke auf der Sklera als Anhaltspunkt wird eine Äquatorparallele Skleraexcision meist von 3 - 4 mm Breite vorgenommen, die Skleraränder unterminiert, Matratzennähte gesetzt, die subretinale Flüssigkeit drainiert, der Boden der Sklerawunde einer leichten Diathermie unterzogen und ein Polyäthylen- oder Supramidschlauch oder Silikonstreifen unter die U-nähte geschoben bzw. außerhalb der resezierten Sklera um den ganzen Bulbus unter den Augenmuskeln hindurchgeführt. Die Matratzennähte werden gut festgezogen, um den gewünschten Eindellungseffekt zu erzielen, die Streifenenden müssen durch Nähte bzw. die Schlauchenden durch Verknotung des in dem Schlauch enthaltenen Fadens episkleral gut fixiert werden.

Schepens, Okamura, Brockhurst u. a. verwenden für das "scleral buckling" Polyäthylenschläuche, die in ihrem Lumen einen Seiden- oder Mersilenfaden oder nach Lasky und Blumenthal einen dünnen Stahldraht enthalten. Wagner berichtet über die Verwendung von Supramidschlauch. Seit 1962 geben Schepens, Okamura, Brockhurst, Regan und McMeel dem Silikonmaterial den Vorzug, da sie nach Implantation von Polyäthylenschläuchen manchmal Skleranekrosen und an den Verknüpfungsstellen der Schlauchenden Fistelbildung und Fremdkörpergranulome gesehen haben.

Das zum scleral buckling verwendete Silikonmaterial ist von gummiartiger Konsistenz, stark wasserabweisend, von geringer Oberflächenspannung und nach tierexperimentellen Untersuchungen von Lieb, Geeraets, Guerry, Dickerson, Anderson, Girard und McPherson u. a. sehr wenig toxisch. Da Silikon sehr weich und elastisch ist, darf es nach Schepens nicht zu fest angespannt werden, um Drucknekrosen der Sklera zu vermeiden. Schepens u. a. verwenden Silikon als rechteckiges Band, als Silikonstreifen mit Rinne und als Halbkugel mit Rinne - die zur Aufnahme des Silikonbandes dienen soll. Durch Kombination der 3 Grundformen Band, U-Streifen und Kappe, die von der Industrie in verschiedenen Größen geliefert werden und am Patienten leicht auf die gewünschte Größe zurecht geschnitten werden können, lassen sich nach Regan auch große und multiple Brüche heilen, die in der Zeit des Polyäthylenschlauches nur durch starke Einschnürung des Bulbus und hohe scharfe Vorwölbung zu heilen waren. Dies barg aber die Gefahr der Drucknekrose in sich und führte außerdem zu einer empfindlichen Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes.

5. Künstlicher Glaskörper

Neuerdings wird wieder auf ein schon länger bekanntes Verfahren zurückgegriffen, die Injektion von Substanzen in den Glaskörperraum. Früher wurde dazu Luft, Kochsalzlösung, homogener oder heterogener Glaskörper verwendet. Die durch die Injektion ausgelöste Drucker-

höhung soll zu einer Wiederanlegung der abgelösten Netzhaut führen.

Stone sowie Cibis, Becker, Okun, Canoon, Armaly u. a. berichten über die Injektion von flüssigem Silikone in den Glaskörperraum. Cibis und Mitarbeiter erzielten bei 3 von 5 Patienten mit eingewandelter Retina und bei 11 von 12 Patienten mit retinaler Atrophie eine Wiederanlegung der Retina. Glaskörperstränge werden von diesen Autoren als Kontraindikation angesehen, oder es wird die zuvorige Durchtrennung der Stränge gefordert. In allen Fällen wurde das Silikon gut vertragen, in einem Fall kam es zu einem Pupillarblock. Das geringe spezifische Gewicht des Kunststoffes führte öfters dazu, daß das Silikon im Glaskörperraum nach oben stieg und eine exzentrische Position annahm. Der veränderte Brechungsindex erforderte eine hyperope Korrektur von 3 bis 7 Dioptrien.

Als Indikation für den operativen Eingriff geben Cibis, Becker Okun und Canoon an:

1. Patienten, die als hoffnungslos von anderen Chirurgen abgewiesen wurden.
2. Nach erfolglosen Amotio-Operationen.
3. Augen mit nichtmagnetischen Fremdkörpern im Glaskörper.
4. Augen mit wiederholten Glaskörperblutungen.

Fremdkörpereinbettung bei fistulierenden Glaukomoperationen

Die meisten Statistiken zeigen, daß ungefähr 85 % der fistulierenden Glaukomoperationen erfolgreich verlaufen (Spaeth, Fasanella). Trotzdem ist die Zahl der Patienten, die durch die intraoculare Drucksteigerung ihr Augenlicht verlieren, noch so groß, daß man nach Möglichkeiten suchte, die Operationsergebnisse weiter zu verbessern und die Mißerfolge, die durch einen Verschuß der künstlich angelegten Fistelöffnung entstehen, auszuschalten. Zum dauernden Offenhalten dieser Kammerwasserfistel bieten sich Fremdkörper an, die, in den Fistelgang eingelegt, ein Zugranulieren und Verstopfen der Fistel verhindern sollen. Voraussetzung für deren Einbettung ist, daß sie vom Auge reizlos vertragen werden. Diese Drainage des unter zu hohem Druck stehenden Kammerwassers kann erfolgen:

1. Von der Vorderkammer in den subkonjunktivalen Raum
(zuerst von Zorab 1912 angegeben)
2. Von der Vorderkammer in den suprachoriodalen Raum
nach Zyklodialyse nach Heine (Row 1934)
3. Vom Glaskörperraum in den Tenonschen Raum
(Vail 1907, Weekers 1922)

Wohl als erster drainierte Rollet 1905 die Vorderkammer von 2 Glaukompatienten nach Paracentese der Cornea mit einem Pferdehaar. Zorab und später Mayou, Wood, Vail, Wolfe, Błaess u. a. benutzten einen Seidenfaden, Weekers eine Goldmanschette, Row einen Platin-Iridiumdraht, den er in den Zyklodialysespalt einlegte. Troncoso, Bick u. a. suchten die Wiederverklebung des Zyklodialysespaltes durch Einbettung einer Magnesiumfolie oder durch Tantalumplättchen oder -röhrchen zu verhindern.

Die folgende Tabelle nach Ellis soll einen kurzen Überblick über die mannigfaltigen experimentellen Untersuchungen des letzten Jahrzehnts geben.

Jahr	Untersucher	Operationsmethode, Fremdkörpermaterial
1949	Bick	Tantalumfolie oder -röhrchen: Vorderkammer zur Subkonjunktiva, auch bei Zyklodialyse (Tierversuch, 4 Patienten)
1949	Troncoso	Tantalumröhrchen, dünne Tantalumdrähtchen: Vorderkammer zum subkonjunktivalen Raum nach Trepanation oder nach Zyklodialyse (Tierversuch)
1951	Muldoon et. al.	Platindraht: Vorderkammer zum subkonjunktivalen Raum (2 Patienten)
1951	Haberberger	Protoplastschlaufe: Vorderkammer zur Subkonjunktiva nach Elliot (1 Patient)
1952	Lösche	Supramid: Zyklodialyse (Tierversuch)
1954	Quadeer	Acrylatplättchen: Vorderkammer-subkonj. Raum (14 Patienten)
1955	Bietti	Polyäthylenschlauch: Zyklodialyse (Tierversuch, 5 Patienten)
1955	Laval	Gelfilm: Iridencleisisoperation
1956	Teulières	Catgut: In der Sklerawunde
1956	Strampelli	Supramidfaden: Zyklodialyse (4 Patienten)
1958	Stone	Tantalumröhrchen: Vorderkammer-subkonj. Raum
1958 1959	Barsky u. Schimek	Gelfilm: Zyklodialyse
1958	La Rocca	Polyvinylröhrchen: Vorderkammer-subkonj. Raum (1 Patient mit Buphthalmos)
1959	Illig	Polyäthylentröhrchen: Vorderkammer-subkonj. Raum (5 Patienten)
1959	Lehman u. McCaslin	Gelfilm: Vorderkammer-subkonjunktivaler Raum
1960	Ellis	Silikonröhrchen: Vorderkammer-subkonj. Raum (Tierversuch)

Fast alle Autoren betonen, daß ihre entweder am Tier oder nur an kleinen Patientenzahlen ausgeführten Fremdkörpereinbettungen mit zumeist nur ungenügend langer postoperativer Beobachtungszeit noch keine endgültigen Rückschlüsse über die Brauchbarkeit der Fremdkörperimplantation zur Offenhaltung der Fistelöffnung bei Glaukompatienten erlauben. Als Materialien werden neben Metallen, absorbierbaren Gelatinefolien (Gelfilm) die Kunststoffe wie Acrylat, Dacron, Silikone, Polyester u. a. verwendet.

Hornhautprothesen

Während die Transplantation von homoioplastischer Hornhaut heute zu den Routineoperationen gerechnet werden kann, ist der alloplastische Ersatz einer getrübten Hornhaut noch nicht weit über das tierexperimentelle Stadium hinaus gediehen, wenn auch in Einzelfällen über die erfolgreiche Implantation von Keratoprothesen am Patienten berichtet wird.

Der Literatur nach war der Ophthalmologe Pellier de Quengsy 1771 der erste, der die Einpflanzung einer Glasschale anstelle der getrübten Hornhaut vorschlug. 1856 experimentierte Nussbaum mit einer Glascornea am Kaninchen, Heusser implantierte eine derartige Prothese in das Auge eines neunzehnjährigen Patienten. In den folgenden Jahrzehnten schrieben von Hippel, Salzer, Dimmer u. a. über die Anwendung von Hornhautprothesen aus Glas, Quarzglas oder Zelluloid.

Grundsätzlich lassen sich 3 verschiedene Grundtypen von Hornhautprothesen unterscheiden:

1. Prothesen, die intralamellär in das Hornhautstroma eingebettet werden (Stone, McPherson, Anderson u. a.).
2. Prothesen, die nach Perforation und totaler Entfernung eines zentralen Hornhautsegmentes die Vorder- und Rückfläche der Hornhaut ersetzen (Legrand, Baron u. a.).
3. Prothesen, die entweder die Vorder- oder die Rückfläche der Hornhaut ersetzen nach operativer Entfernung eines zentralen Gewebstückes der äußeren oder inneren Hornhautschichten (Dorzee, Imre, Legrand, Baron, Moran-Salas, Barraquer und Barraquer-Cardona).

Seit Beendigung des zweiten Weltkrieges kommen auch in der Keratoplastik Kunststoffe, insbesondere das Acrylat, zur Verwendung. Über die ersten Hornhautimplantate aus Kunststoff berichteten Dorzee, Wünsche, Kuwabara und später Moran-Salas, Varysek, Iserle, Altman, McPherson und Anderson, Bietti, Forgacs, de Rezende, Sommer, Binder u. a.

1949 schlug Barraquer-Moner die intralamelläre Einpflanzung einer kleinen Konvexlinse vor, um Hypermetropien auszugleichen. 1951 gab Gyöffry sein aus zwei Teilen bestehendes Implantat bekannt. Nach totaler Perforation und Entfernung des zentralen Hornhautsegmentes wird das in seinem optischen Anteil 3,5 mm im Durchmesser messende innere Teilstück durch Schraubverbindung mit dem äußeren Teilstück des Implantates verbunden. McPherson und Anderson (1953) benutzen eine intralamellär zu implantierende Prothese, die mit radiären Fortsätzen zur Verankerung in der Restcornea versehen ist. Nach häufigen postoperativen Ulcerationen beruhigte sich das Auge des Patienten, jedoch wuchs Epithel über das Implantat. Trotzdem ergab sich nach 3 Jahren noch ein Visus von 20/200.

Das Modell von Legrand weist 10 periphere Löcher auf, die, von Narbengewebe durchwachsen, zur intralamellären Fixierung der Prothese in der Restcornea dienen sollen. Er verwandte sie im Tierversuch und am beinahe blinden Patientenauge. Nach einigen Jahren ergab sich meist eine Ausstoßung der Prothese.

Stone, der die verschiedensten Hornhautprothesen entwickelte, bevorzugt zur Zeit ebenfalls einen Implantattyp mit zahlreichen peripheren Löchern. Dieses Modell von Stone hat einen Durchmesser von 12 mm und ist im Zentrum 1,5 mm dick. Nach einer Schnittincision am limbus corneae wird es in die zuvor präparierte intralamelläre Hornhauttasche eingebettet. Erst einige Zeit später wird in einer zweiten Sitzung, nachdem eine gute Durchwachsung

der peripheren Löcher mit Narbengewebe erwartet werden kann, mit einem Trepan ein zentrales Segment aus der vorderen Hornhautschicht und, wenn nötig, in einer dritten Operation mit einem von ihm entwickelten Winkeltrepan ein zentrales Gewebstück aus der hinteren Hornhautlage entfernt.

Cardona gab 1960 eine Acrylatprothese an, deren Halteteil intralamellär in die Cornea eingebettet wird und deren zylinderförmiger optischer Anteil die vordere Hornhautkrümmung um 0,1 mm, die hintere Hornhautkrümmung um 0,3 mm überragt. Cardona glaubt auf diese Weise eine nachträgliche Epithelisierung der hinteren Prothesenfläche und damit eine postoperative Visusverschlechterung zu verhüten. Obwohl der optische Teil des Implantates nur einen Durchmesser von 1,5 mm hat, gibt der Autor das Gesichtsfeld mit ca. 65 Grad an. Nach 80 erfolgreichen Tierversuchen über eine Periode von 15 Monaten möchte Cardona diese Kunststoffcornea auch am menschlichen Auge verwenden.

Aphakie

Die Korrektur einer einseitigen Aphakie stellt ein recht schwieriges Problem dar. Mit den sog. Kataraktgläsern kann eine binokulare Sehfunktion nicht erreicht werden. Die Kontaktlinse andererseits kann wegen häufiger Reizerscheinungen der Hornhaut und Conjunktiva nicht von allen Patienten getragen werden. Obwohl die Kontaktlinse gegenüber dem Starglas große optische Vorteile bietet, ist die Differenz der Netzhautbildgröße gegenüber dem gesunden Auge noch zu groß, um ein befriedigendes Binocularsehen zu ermöglichen. Auch kann nach Untersuchungen von Girard, Friedman, Moore u. a. nur in 46 % der Fälle eine Stereopsis erlangt werden. Der optischen Korrektur des aphaken Auges mit den herkömmlichen Methoden des Starglases und der Haftscheibe sind somit engste Grenzen gesetzt, die erst überschritten werden konnten, als Ridley 1949 zum ersten Male Kunststofflinsen an Stelle der zuvor extrakapsulär extrahierten Starlinse in die hintere Augenkammer implantierte. Dadurch wurde eine Angleichung der Netzhautbildgrößen zwischen dem phaken und aphaken Auge erreicht. Mit Ausnahme der fehlenden Akkomodation versprach diese Methode nahezu vollkommene optische Korrektur des linsenlosen Auges - intakte Motorik der Augenmuskeln, gutes Sehvermögen und genügende Fusionsbreite vorausgesetzt.

Postoperative Komplikationen und Spätschäden wie Dezentrierung der Kunstlinse, iritische Reizzustände mit Sekundärglaukom, Sekundärkatarakt usw. veranlaßten Strampelli 1953 von der Hinterkammerlinse abzugehen und stattdessen eine Acryllinse in die Vorderkammer zu implantieren.

Die Vorderkammerlinse von Strampelli und deren Modifikationen, wie sie von Baron, Schreck, Bietti, Appolonio, Scharf, Saubermann, Choyce, Boberg-Ans u. a. angegeben werden, bestehen aus einem optischen Anteil, der eigentlichen Linse, und einer starren Halterung, die bei den einzelnen Autoren sehr verschieden ausgearbeitet ist. Optischer und haptischer Teil der Linse sind im allgemeinen in einem Stück, meist aus Acrylat, gefertigt. Nur Parry verwendet für seine Linse Tantalumstege. Allen diesen Linsentypen ist gemeinsam, (mit Ausnahme der Parrylinse, die transskleral befestigt wird), daß sie als Befestigungssystem rigide Haltestege haben, die dem Kammerwinkel anliegen. Eine falsche Anmessung der Steglänge muß dabei ohne Zweifel zu Mißerfolgen und Spätschäden führen. Dabei erweist sich das relativ hohe Gewicht dieses Linsentypus als ein zusätzliches schädigendes Agens.

Dannheim, Lieb und Guerry suchten diese Nachteile zu beheben, indem sie die starren Haltestege durch elastische Supramidschlaufen ersetzten. Bei Dannheim sind die Supramidschlingen durch zwei Bohrungen am Rand der Linse geführt, während Lieb die Schlaufen in die Acryllinse einpolymerisiert. In Modifizierung dieser Konstruktion verlängert Strampelli die Schlaufen, verankert sie nicht mehr im Kammerwinkel, sondern vernäht sie bei 6 und 12 Uhr in der Sklera.

Schillinger, Binkhorst und Epstein implantieren ihre Linsentypen nicht in die Vorderkammer, sondern in die Pupillarebene und verankern sie dort an der Iris, Binkhorst mittels elastischer Supramidschlingen, die die Vorder- und Rückseite der Iris klammerartig umgreifen, Schillinger und Epstein durch die *kragenknopfartige* Konstruktion der Linse, die die Vorder- und Rückseite der Iris umfaßt. Eine vorhergehende Iridektomie ist bei diesem Linsentyp zur Gewährleistung eines freien Kammerwasserabflusses unbedingt erforderlich.

In der Vielzahl der verschiedenen Linsentypen lassen sich drei Konstruktionsprinzipien erkennen:

1. Die Hinterkammerlinse (Ridley, Epstein u. a.)
2. Die Pupillarlinse (Schillinger, Binkhorst, Epstein, Galli u. a.)
3. Die Vorderkammerlinse
 - a) mit festen Haltestegen (Appolonio, Schreck, Barraquer, Strampelli u. a.)
 - b) mit elastischen Supramidschlaufen (Dannheim, Lieb und Guerry, Strampelli) `

Indikationen für die Implantation von Kunstlinsen

Wie schon anfangs erwähnt, finden die verschiedenen Linsentypen ihre Anwendung hauptsächlich bei der

unkomplizierten einseitigen Aphakie mit guter Sehschärfe,
einseitigen präsenilen oder senilen Katarakt,
einseitigen traumatischen Katarakt,
einseitigen kongenitalen Katarakt,

und eventuell in Fällen hochgradiger einseitiger Anisometropie, besonders der Myopie (Lieb, DuPont, Guerry, Geeraets). Beidseitige Aphakien oder Myopien werden von fast allen Autoren als Indikation zur Operation abgelehnt, da das Operationsrisiko, insbesondere aber die Gefahr eventueller irreparabler Spätschäden wie Keratopathie, Sekundärglaukom, sympathische Ophthalmie, um nur einige zu nennen, sehr ernst genommen wird. In Ausnahmefällen empfiehlt Choyce für Patienten mit unbehandelbarer Diplopie und für kosmetische Zwecke als "artifizielle Pupille"

die Vorderkammerlinse mit schwarz eingefärbtem Linsenteil. Auch hat Choyce in Fällen von sphärischer Ametropie und Iris-kolobom am phaken und aphaken Auge sowie am Albinoauge gegen Photophobie Linsen mit irisfarbenen opaken Verankerungsteilen implantiert. Der optische Anteil der Linse wurde für das Albinoauge auf 3 - 4 mm verkleinert.

Lieb, DuPont Guerry, Geeraets u. a. fordern strenge Kriterien für die Implantation:

1. Das Auge muß vollkommen reizlos sein.
2. Die Kataraktextraktion soll wenigstens 3 Monate zurückliegen. Es ist daher eine zweizeitige Operationsmethode der einzeitigen vorzuziehen.
3. Die Motorik der Augenbewegungen muß intakt sein.
4. Das zu operierende Auge sollte auf 5/5 oder 5/7 korrigiert werden können. (Eine Ausnahme bilden lediglich gewisse Fälle von Amblyopie, in denen postoperativ mittels pleoptischer orthoptischer Behandlung eine wesentliche Besserung des Sehvermögens erwartet werden kann (Lieb).
5. Es muß ein ausreichendes Fusionsvermögen bestehen. (In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß ein längere Zeit vom Sehakt ausgeschlossenes Auge häufig in eine mehr oder weniger ausgesprochene Schielstellung geht. Barthelmess konnte jedoch bei Patienten mit einem horizontal-divergenten Schielwinkel von 5 - 10 Grad durch orthoptische Behandlung funktionellen Gleichstand erzielen. Demgegenüber erwies sich sowohl eine postoperative Konvergenz der Sehachsen als auch eine geringe vertikale oder rotatorische Abweichung als kaum beeinflusbar gegenüber der orthoptischen Behandlung.)

Die Anlegung eines oder mehrerer Iriskolobome ist empfehlenswert, bei der Pupillarlinse ist dies unbedingte Notwendigkeit, da sonst der Kammerwasserabfluß nicht gewährleistet ist.

Kontraindikationen (nach Lieb, DuPont Guerry, Geeraets)

1. Patienten mit hämorrhagischer Diathese,
2. Diabetiker,
3. Jegliche Veränderung des Augenhintergrundes, besonders degenerative Veränderung der Macula, alte Netzhautrisse und -ablösungen,
4. Augen mit Neigung zu sympathischer Ophthalmie sowie Augen, die intraoculare Entzündungen durchgemacht haben,
5. Flache Vorderkammer, enger Kammerwinkel,
6. Primär- oder Sekundärglaukom, Glaukomneigung,
7. Nichtgranulomatöse oder granulomatöse Uveitis,
8. Glaskörper in der Vorderkammer,
9. Fixierte Pupille auf Grund von Synechien mit der vorderen,
10. Glaskörpermembran,
11. Degenerative Veränderung der Cornea.

Operationstechnik

Nach vorbereitender Antibiotikatherapie, lokaler vasokonstriktorischer Behandlung und Cortisonverabreichung wird eine möglichst tiefe Hypotonie des Auges und eine Akinesie der Orbicularisfasern durch retrobulbäre Injektion des Anästhetikums erreicht. Ein Lanzenschnitt, 6 - 7 mm breit, meist von temporal parallel der Irisebene, 0,5 mm vom Limbus entfernt, eröffnet die Vorderkammer. Anschließend wird die Linse - meist mit einer Spezialpinzette, die für

den betr. Linsentyp konstruiert ist - in die Vorderkammer eingeschoben. Ein Vernähen der Cornealwunde ist nicht immer erforderlich. Die Nachbehandlung erfolgt mit Corticosteroiden und Antibiotika.

Mögliche postoperative Komplikationen und Spätschäden

1. Entzündungen und hintere Synechien
2. Infektion
3. Vor- oder Rückwärtsverlagerung der Linse

Spätschäden:

1. Keratopathie

(Hierfür kommen mechanische Faktoren in Betracht, insbesondere direkter Kontakt der Linse mit der Hornhauthinterfläche durch falsche Anmessung der Steglänge oder aber durch resorptive Verkleinerung der Acrylstege oder Arrosion der Supramid-schleifen bei der Dannheim- oder Binkhorstlinse.

Vielleicht spielen auch leichte Deformierungen des Auges im täglichen Leben beim Waschen, Reiben und durch den Lidschlag eine Rolle. (Binkhorst)

Neben mechanischen Faktoren können aber auch chemische Noxen an der Entstehung der Keratopathie ursächlich beteiligt sein. Wollensak konnte nachweisen, daß z. B. die Injektion von Quartamon in der Verdünnung von 1:1.000 in die Vorderkammer des Kaninchen- auges eine Keratopathie auslöst, und daß auf Gewebekulturen Tetraseptan in der Verdünnung 1:100.000 stark wachstumshemmend wirkt. Ebenso ist es möglich, obwohl chemisch-analytisch schwer nachweisbar, daß der Kunststoff toxische Substanzen wie Aldehyde, insbesondere Formaldehyd, oder nicht voll auspolymerisiertes Monomer abgibt. In diesem Zusammenhang wird vor der UV-Sterilisierung gewarnt, die im Acrylglas schädliche Abbau-

produkte entstehen läßt. (Wollensak)

Daß darüber hinaus wechselseitige Beziehungen zwischen Kammerwasser und Gewebe einerseits und Kunststofflinse andererseits bestehen, zeigt schon die Tatsache, daß es öfters zu einer sogar makroskopisch nachweisbaren resorptiven Verkleinerung der Acryllinse oder der Nylonschlingen kommt. (Küper) Nover wies darauf hin, daß Keratopathien auch nach der Implantation von Ridleylinsen beobachtet wurden, wo jede mechanische Schädigung der Hornhaut ausgeschlossen werden kann.)

2. Iridozyklischer Reizzustand und Sekundärglaukom
3. Irisatrophie
4. Atrophie oder Hyperplasie der Kammerbucht an den Berührungspunkten der Haltestege
5. Kristallähnlicher Niederschlag auf der VKL und der Descemet
6. Amotio
(Diese dürfte wohl nur an einem erheblich vorgeschädigten Auge auftreten. Sie sollte dann nicht der Linsenimplantation zur Last gelegt werden (Küper))
7. Verlagerung der Linse und dadurch verursachte optische Fehlkorrektur
8. Pupillarblock
9. Sympathische Ophthalmie
10. Hornhautastigmatismus

(Kommt häufig durch den Narbenzug nach temporalem Lanzenschnitt zustande. Ebenso tritt in der Mehrzahl der Fälle bis 10 Monate postoperativ eine Abnahme der Hornhautkrümmung in Erscheinung (Barthelmess), der am besten durch eine Überkorrektur der Implantatlinse von +1 Dioptrie Rechnung getragen wird. Durch eine spätere zusätzliche Brillenkorrektur mit hohen Dioptrienwerten würde durch die auftretende Aniseikonie das Binocularsehen beträchtlich gestört werden.)

Verwendete Kunststoffmaterialien

Die Vorderkammerlinsen mit starren Haltestegen sind aus einem Stück gefertigt und bestehen aus Methylmetakrylat, das im Handel unter den verschiedensten Namen wie Perspex, Plexiglas bekannt ist. (Über eine Vorderkammerlinse aus Silikatglas mit vergleichsweise günstigen Resultaten berichtet Emmerich)

Acrylate sind in der Zahnheilkunde seit zwei Jahrzehnten in Gebrauch und haben sich dort zufriedenstellend bewährt, Unverträglichkeitserscheinungen und Allergisierungsvorgänge sind bei Langzeitpolymerisation recht selten. Die Ergebnisse der Zahnheilkunde lassen sich aber nicht ohne weiteres auf die Augenheilkunde übertragen, toxische Schäden oder allergische Prozesse können zum Verlust des Auges führen.-Auf den Einfluß des Sterilisationsprozesses und auf die wechselseitigen Beziehungen zwischen Kammerwasser und Acrylatlinse wurde schon hingewiesen.

Für die elastischen Halteschlingen der Dannheim- und Lieblinse werden endlose Supramidschlaufen verwandt, die ebenfalls vom Kammerwasser arrodiiert werden können, besonders die Teile der Schlaufe, die dem Kammerwinkel anliegen, sollen der Arrosion unterliegen. (Küper). Für den Linsenkörper gibt Lieb neben Metakrylsäuremetakrylat auch die erfolgreiche Anwendung von Silicone an.

Die optischen Verhältnisse der Vorderkammerlinse

Die Vorderkammerlinse (nach Schreck) ist so in das Auge eingepaßt, daß sie im Normalfall 1,2 mm von der Hornhau-trückfläche entfernt liegt und 1,3 mm vom vorderen Linsenpol bzw. von der Stelle, an der die Linse vor ihrer Extraktion lag. Dadurch ergibt

sich (nach Gullsbrandschen Auge errechnet) eine Hauptpunktverschiebung von + 1,063 mm gegenüber dem linsenhaltigen emmetropen Auge. Vergleichsweise würde das mit Starglas korrigierte Auge eine Hauptpunktverschiebung von + 6,883, das mit Kontaktschale versehene Auge von + 2,303 zeigen. Bei einer Aphakie von + 15 D. ergibt die Vorderkammerlinse nur eine Bildvergrößerung von 3 %, die Haftschale von 5 %, die Starbrille von 20 % (Barthelmess).

Postoperativ können noch gewisse Lageabweichungen der Vorderkammerlinse eintreten. Extremwerte von 0,3 mm vor und 0,7 mm hinter der gewünschten Position sind jedoch selten (Barthelmess).

Visus nach Implantation der Vorderkammerlinse

Lieb, Guerry und Geeraets haben bei 32 Patienten 11mal einen Visus von 5/5, 9mal von 5/7 erreicht. In den übrigen Fällen war die erreichte Korrektur vergleichbar dem mit Kataraktgläsern erzielten Sehvermögen.

Wegner erzielte bei 30 Patienten 1mal Visus 5/25, 1mal 5/15, 3mal 5/10, 6mal 5/7, 7mal 5/5, 12mal 5/4.

Trotz guter Sehschärfe und trotz befriedigender Stereoskopie beim Sehen in die Ferne, kann die VKL beim Sehen auf die Nähe optisch unerträglich sein, wenn das operierte Auge vor der Operation die sensorische Prävalenz hatte und nun bei Naheinstellung infolge der fehlenden Akkomodation nicht mehr in der Lage ist, diese Prävalenz aufrecht zu erhalten (Sachsenweger).

Auf weitere Probleme des binocularen Sehens mit der Vorderkammerlinse ist schon eingegangen worden.

Diskussion der verschiedenen Linsentypen

Während heute fast alle Autoren die Ridleylinse ablehnen - sie läßt sich nur nach extrakapsulärer Starextraktion einsetzen und nur, wenn keine Verwachsungen zwischen Iris und hinterer Linsenkapsel bestehen - ist über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Vorderkammerlinsentypen und Pupillarlinsen eine heftige Diskussion entbrannt. So werden heute sowohl Vorderkammerlinsen mit starren Stegen, mit elastischen Halteschlaufen als auch Pupillarlinsen zur Implantation verwendet.

Trautman, Böger u. a. lehnen die Linsenimplantation allgemein ab, da nach ihrer Meinung die eventuellen Schäden die Vorteile des Verfahrens nicht aufwiegen. Auch Küper empfiehlt Zurückhaltung gegenüber den Kunststofflinsen, bis die Verträglichkeit der Kunststoffe geklärt ist.

Indes hat Barraquer in den Jahren 1954 - 1959 411 Implantationen durchgeführt. 19 Linsen (= 4,6 %) mußten wieder entfernt werden. 9 Patienten (2 %) davon zeigten irreversible Schäden am Auge.

Schreck hat bei 178 Patienten 14 Keratopathien, Choyce bei 111 Fällen 12 Komplikationen gesehen, davon 3 Explantationen. Zweifellos werden sich diese statistischen Werte im Laufe der kommenden Jahre bei strenger Indikationsstellung zur Operation und durch die Fortschritte in der Kunststoffchemie noch verbessern lassen.

II. EASTMAN-910 MONOMER ALS ERSATZ CHIRURGISCHEN NAHTMATERIALS

Die Anwendungsmöglichkeiten für den Gewebsklebstoff in den verschiedenen chirurgischen Fachdisziplinen

Obwohl zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Diskussion über den Ersatz chirurgischen Nahtmaterials in der Wundversorgungs-chirurgie durch einen Gewebsklebstoff noch verfrüht erscheint, sind doch bereits von verschiedenen Autoren sehr ermutigende Experimente mit schnell abbindenden Kunststoffen hoher Klebkraft gemacht worden, die eine sichere Verbindung lebenden Gewebes ermöglichen. Unter diesen Klebstoffen hat sich das Methyl-2-Cyanoakrylat mit dem Handelsnamen Eastman-910 Monomer besonders bewährt.

Carton, Kessler, Seidenberg, Hurwitt berichteten 1960 über die Anwendung dieses Kunststoffmonomers zur nahtlosen Anostomosierung kleinerer Arterien und Venen. Sie stülpten kleine Kunststoffmanschetten über die Gefäße und verklebten diese Prothesen mit der umliegenden Gefäßwand. Über ähnliche Versuche in der Gefäßchirurgie berichteten in den folgenden Jahren Manax, Bloch, Longerbeam, Lillehei, Healey, Brooks, Hafner u. a.

In der Chirurgie des Abdomens wurde von Seidenberg, Garrow und Mitarbeitern Eastman-910 mit gutem Erfolg bei Duodenotomie, Colocolostomie, Gastrojejunostomie und Gastrektomie zur nahtlosen Anostomosierung im Tierversuch an Hunden erprobt, wobei die Schnittflächen mit Eastman-910 verklebt und anschließend mit Omentum majus nahtlos gedeckt wurden. 50 % der Tiere überstanden

die Operation einwandfrei. Als Ursache der Wundinsuffizienz in 50 % der Fälle sehen diese Autoren die Verwendung von nicht ganz frischem Klebstoff an.

Wilder, Playforth, Bryant, Ravitch berichteten, daß nach Pneumonektomie die Bronchusstümpfe sehr gut mit Methyl-2-Cyanoakrylat verschlossen werden können. Diese Methode erwies sich den herkömmlichen Methoden der Bronchusstumpfversorgung mit Seidennaht oder Tantalumklammern als ebenbürtig. Jedoch zeigten sich in den Tierversuchen noch nach 3 Monaten geringe Entzündungserscheinungen in der Submucosa.

Auch bei Hauttransplantationen, Frakturen des Unterkiefers, Aortenaneurismen, Nephrotomiewunden, Duraimplantaten, Trachealschnitten wurde das Monomer Eastman-910 mit recht gutem Erfolg von Ashley und Mitarbeitern, Mathes und Terry, Strahan, Lighterman und Farrel, Albin Mitarbeiter, Heiss u. a. angewandt.

Diese ermutigenden Resultate, sowie erste Berichte aus der experimentellen Augenchirurgie von Ellis, Levine, Bloomfield, Barnert und Kanter veranlaßten uns, diesen Kunststoff-Klebstoff⁺ in der chirurgischen Augenheilkunde zu testen.

Chemische und physikalische Eigenschaften des Monomers Eastman-910

Chemisch ist Eastman-910 Monomer Methyl-2-Cyanoakrylat



Es ist eine klare Flüssigkeit von wässriger Konsistenz und leicht stechendem Geruch, die in Polyäthylenfläschchen kühl gelagert nach Angaben des Herstellers 90 Tage aufbewahrt werden kann. Eastman-910 ist als technischer Klebstoff in Mischung mit einem Weichmacher im

⁺ Der Firma Ethicon in Hamburg sei an dieser Stelle für die freundliche Überlassung ausreichender Versuchsmengen von Eastman-910 Monomer gedankt.

Handel. Für chirurgische Zwecke ist man jedoch auf das chemisch reine Methyl-2-Cyanoakrylat angewiesen. Eastman-910 unterscheidet sich von anderen Klebstoffen auf Kunststoffbasis dadurch, daß die Polymerisation und Erhärtung des Monomers ohne Erhitzung und Katalysatorzusatz und ohne Verdampfung flüchtiger Bestandteile und ohne wesentliche Volumenschwankung schon bei Anwendung leichten Druckes oder bei Anwesenheit von Spuren von Feuchtigkeit bei Raumtemperatur erfolgt, wenn der Klebstoff als dünner Film zwischen die zu klebenden Flächen gebracht wird. Gegen Aceton, Benzin, Alkohol ist der Kleber beständig, wird aber in geringem Umfange von N, N-Dimethylformamid und von schwachen Säuren oder Basen angegriffen. Die geringe Empfindlichkeit des Klebstoffes gegenüber Säuren und Basen scheint jedoch keinen merklichen Einfluß auf die Klebkraft auszuüben. Die Abbindezeit ist außerordentlich kurz. Schon nach 15 bis 45 Sekunden sind beispielsweise 2 aufeinandergeklebte Glasplatten beinahe untrennbar miteinander verbunden. Nach 2 bis 3 Minuten ist eine Holz-zu-Holz-oder Stahl-zu-Stahl-Verbindung hergestellt. Die Klebverbindung übersteht nach Coover und Mitarbeitern Temperaturen von + 165 Grad und -17 Grad C. über einen Zeitraum von 24 Stunden. Auch am lebenden Gewebe zeigt der Kunststoff seine außerordentliche Klebkraft und schnelle Abbindefähigkeit, wobei die feuchte Oberfläche des Gewebes als Katalysator wirkt.

Eine blutende oder allzu nasse Gewebsoberfläche sollte jedoch vor Applikation des Klebstoffes oberflächlich durch Mulltupfer oder Druckluftstrahl getrocknet werden, damit sich das Material gleichmäßig auf die zu klebenden Flächen auftragen läßt.

Sterilisierbarkeit von Eastman-910 Monomer

Die üblichen Sterilisationsverfahren mit Heißluft oder gespanntem Dampf sind nicht anwendbar, da das Monomer sofort in das Polymer übergehen würde. Carton u. a. schlagen deshalb elektronische Sterilisation oder Röntgenbestrahlung zur Sterilisierung vor. Awe,

Roberts und Braunwald halten eine Sterilisation für überflüssig, denn Eastman-910 besitze selbststerilisierende, bakteriostatische und baktericide Eigenschaften. Agarplatten, die sie mit hämolysierenden Staphylokokken, *Escherichia coli*, *Proteus sp.* und *Pseudomonas sp.* beimpften, zeigten eine Wachstumshemmung in der Umgebung des Klebstofftropfens. Nur ein Sarcinenstamm wuchs in einem Thioglycollatemedium auch bei Anwesenheit von Eastman-910 weiter aus. Ähnliche Versuche von Roudabush, Fassett, Emley und Graulich ergaben, daß *E. coli*, *Aero-bacter aerogenes* und *B. stereothermophilus* in Eastman-910 inkubiert, zugrunde gehen, daß jedoch Sporenträger, die in den Klebstoff eingebracht wurden, lebensfähig blieben.

Bei unseren Tierversuchen wurde Eastman-910 nicht eigens sterilisiert. An keinem der insgesamt 36 operierten Augen ergab sich eine Wundinfektion.

Gewebsreaktion auf den Klebstoff

Carton, Kessler, Seidenberg, Hurwitt u. a. sind der Auffassung, daß Eastman-910 relativ wenig toxisch ist und vom Gewebe ohne größere Fremdkörperreaktion vertragen wird. Carton und Mitarbeiter fanden an 14 Versuchshunden, deren Nieren beidseitig in der Längsachse von der Cortex bis in das Nierenbecken hinein gespalten und anschließend mit Eastman-910 wieder verklebt worden waren, bis zum 3. postoperativen Tage eine Makrohämaturie. Die Blutharnstoffwerte blieben jedoch normal. 3 Wochen nach der Operation angefertigte intravenöse Pyelogramme ergaben normale Nierenfunktion. Zur gleichen Zeit angefertigte histologische Schnitte zeigten in der Umgebung des Schnittes eine akute Entzündung. Nach 12 bis 16 Wochen war äußerlich nur noch eine ausgezeichnet verheilte Narbe und histologisch eine geringe Entzündungsreaktion, in einem Nierenbecken eine multiple Steinbildung zu erkennen.

Gute Ergebnisse erzielten ebenfalls Braunwald, Awe und Roberts, die 25 Hundeherzen oder -aorten einen Muskellappen oder ein Patch aus Polyurethan, Teflon oder Acrylat auf die Incisionsstelle aufklebten. Es fanden sich keinerlei Anzeichen für eine Nekrose, Verfärbung oder Schwellung, Zerstörung oder Irritation des Gewebes. Die Endocard- bzw. die Intimainnenfläche über der Incisionsstelle war völlig glatt und mit Endothel überkleidet ohne Auflagerung thrombotischen Materials. Mikroskopische Schnitte vom 7. bis 12. Tag ergaben eine akute Entzündungsreaktion in der Umgebung der Aortotomie. Vom 12. Tag an wuchsen Fibroblasten in den Schnitt ein, und die Intimainnenfläche bedeckte sich mit Endothelzellen. Nach einem Monat war nur noch eine geringe Entzündungsreaktion sichtbar, der Defekt war völlig von fibrokollagenem Gewebe ausgefüllt. Im Van-Gieson gefärbten Schnitt war an der Schnittstelle eine Unterbrechung der elastischen Fasern ohne Anzeichen einer Regeneration zu erkennen. 3 bis 6 Monate nach der Operation war das Bild im wesentlichen unverändert. Eine milde chronische Entzündung blieb bestehen, jedoch ohne Anzeichen einer Nekrose. Klebstoffreste waren nicht mehr zu finden. Offensichtlich war der Klebstoff resorbiert worden.

Im Gegensatz zu den genannten Autoren haben Nathan und Mitarbeiter im Tierversuch eine Woche nach Applikation von Eastman-910 schwere Reiz- und Entzündungserscheinungen mit polymorphzelligen Leukozyteninfiltraten und Koagulationsnekrosen in der Adventitia und in Teilen der Media beobachtet. Die Entzündungserscheinungen gingen zwar nach 3 Monaten zurück, Klebstoffreste fanden sich jedoch nach dieser Zeit noch in Fremdkörperriesenzellen der Media und Adventitia. In wenigen Fällen waren keine Klebstoffreste mehr zu finden, sie waren möglicherweise durch Geweb sphagozyten entfernt worden. Nach der genannten Zeitspanne von 3 Monaten war die Gewebsreaktion vergleichbar mit der von aufgelegten Teflon-patches oder Seidennähten.

Ellis und Levine, die den Klebstoff in der experimentellen Augen-
chirurgie testeten, fanden an 4 Wochen postoperativ enukleierten
Augen in manchen Fällen nur die übliche Fibroblastenproliferation
ohne Leukozyten, Monozyten oder Fremdkörperriesenzellen, in
manchen Fällen jedoch eine deutliche Entzündungsreaktion mit
Leukozytenemigration, Hyperämie und entzündlichem Ödem in der
Umgebung des mit Klebstoff versorgten Schnittes. In keinem Falle
fanden sich Riesenzellen oder Klebstoffspuren. Nach Ellis, Levine
und nach eigenen Untersuchungen ist die Menge des verwendeten
Klebstoffes mit von ausschlaggebender Bedeutung für die zu er-
wartende Gewebsreaktion. In den Fällen, in denen wir nur minimale
Klebstoffmengen als hauchdünnen Film auf das lebende Gewebe ge-
bracht haben, haben wir meist nur eine geringe Gewebsreaktion be-
obachtet. Wiederholtes Auftragen des Klebers, besonders auf eine
nasse Wunde, führte zu einer deutlich stärkeren Gewebsreaktion,
zumal der Klebstoff dann leicht zum Bröckligwerden neigt, so daß
zusätzlich noch eine mechanische Reizung des Gewebes durch Kleb-
stoffbrocken eintreten dürfte.

Tierexperimentelle Untersuchungen über die Eigenschaften und die Verwendbarkeit von Eastman-910 Monomer bei Operationswunden an der Hornhaut

Aufgabe der Untersuchungen

Der Klebstoff wurde zur Versorgung von Operationswunden im Bereich der Cornea und des Corneoskleralrandes an Kaninchen-, Hunde- und Rinderaugen verwendet. Die Wundlippen wurden nicht, wie sonst üblich, mit chirurgischem Fadenmaterial versorgt, sondern mit Eastman-910 Monomer verklebt.

Aufgabe dieser Untersuchungen war es, in einer

1. Versuchsserie

- a) die mechanische Belastbarkeit der mit Klebstoff versorgten Wunde zu prüfen,
- b) die Zeit zu ermitteln, die der Klebstoff zur Erhärtung auf Gewebsschnitten benötigt,
- c) zu prüfen, ob in Abhängigkeit vom Zeitfaktor ein Nachlassen oder eine Zunahme der Klebkraft des Wundklebstoffes zu erwarten ist.

In einer

2. Versuchsserie

wurde vor allem die Gewebsverträglichkeit im Tierversuch an Hunden und Kaninchen geprüft.

1. Versuchsserie

Schnittführung

Corneoskleralschnitt: 75 frisch enukleierte Rinderaugen wurden nach Abpräparation eines Bindehautlappens 1 mm vom Limbus corneae entfernt mit einem Keratomschnitt von 11 mm Länge versehen. Nach Abfluß des Kammerwassers und oberflächlicher Trocknung der Wundfläche wurde 1 Tropfen Eastman-910 auf die Anteile des Bulbus gebracht, die zuvor von Bindehaut freipräpariert worden waren. In die Wundlippen des Vorderkammerschnittes wurde kein Klebstoff eingebracht. Sofort nach Applikation des Klebstoffes wurde der Bindehautlappen auf den Bulbus gedrückt und für ca. 30 Sekunden unter mäßig starkem Druck gehalten. Anschließend wurde die Wunde mechanischen Belastungen ausgesetzt, die in allen Einzelheiten noch zu beschreiben sind.

Starschnitt: 9 enukleierte Rinderaugen erhielten einen Starschnitt von 3 cm Länge. Die Wunde wurde in gleicher Weise wie der Corneoskleralschnitt ohne Nahtmaterial nur mit dem verklebten Bindehautlappen versorgt und anschließend Druckversuchen ausgesetzt.

Hornhautschnitt: 23 Rinderaugen wurden 1 mm vom Limbus entfernt mit einem Keratom in 11 mm Länge aufgeschnitten. Die Wundlippen von 17 Augen wurden, um ein Klaffen der Wundränder zu vermeiden, mit einer Situationsnaht aus Supramid 5-0 versehen und anschließend mit Eastman-910 verklebt. 6 Augen erhielten keine Situationsnaht und wurden nur durch Applikation von Klebstoff auf die Wundlippen und umgebende Hornhaut versorgt.

Applikation des Klebstoffes

Da der Klebstoff auf nasser Oberfläche in wenigen Sekunden abbindet, ist ein schnelles Arbeiten erforderlich. Das Monomer wird nur auf

die eine zu klebende Fläche aufgetragen. Aus der Klebstofftropfflasche ließen wir einen Tropfen auf ein trockenes Glas- oder Polyäthylenstäbchen laufen und brachten den hängenden Tropfen sofort auf die zuvor mit sterilen Mulltupfern getrocknete, nicht mehr blutende Wunde. Infolge der geringen Viskosität von Eastman-910 verteilt sich der Tropfen auf der trockenen Wundfläche sehr schnell, auf nasser Oberfläche dagegen wird der Klebstoff sofort bröcklig und bindet ab, bevor man die Wundränder aufeinander gedrückt hat. Auch der Versuch, nochmals Klebstoff aufzutragen, führt dann zu einer nur unsauber verklebten Wunde, da sich die einmal festgewordenen Klebstoffkrümel nicht mehr auflösen. Eine derart unsauber verklebte Wunde ist nach unseren Erfahrungen für Entzündungen prädisponiert.

Nachdem der Kunststoff aufgebracht worden ist, werden die Wundränder aufeinander gedrückt und für ungefähr 30-60 Sekunden unter mäßig starkem Druck gehalten.

Wie unsere Versuche ergaben, kann man schon nach 1 bis 2 Minuten mit einer festen Verbindung der verklebten Wundflächen rechnen.

Versuchsanordnung zur Prüfung der Festigkeit des Wundverschlusses

Zur Wundsprennung boten sich uns grundsätzlich 2 Methoden an.

1. Wundsprennung durch Druck auf den Bulbus von außen in einer Versuchsanordnung, ähnlich wie sie von Lieb, Geeraets und Guerry 1959 sowie von Lieb und Löhner 1961 angegeben wurde,
2. Wundsprennung vom Auginneninneren.

Beide Methoden der Wundsprennung wurden von uns angewandt. Jedoch entschieden wir uns nach anfänglichen Versuchen später für die 2. Methode mit Einleitung von Druckluft in die Augenvorderkammer, wie sie auch schon von Bloomfield, Barnert und Kauter 1962 angewendet wurde, da nach unseren Erfahrungen damit genauere Meßergebnisse zu erzielen waren.

Aus einer Preßluftflasche wurde das unter hohem Druck stehende Gas über 2 hintereinandergeschaltete Reduzierventile auf die erforderlichen Druckwerte von 0 bis $2,5 \text{ kg/cm}^2$ reduziert. Ablesbar waren die Druckwerte an 3 dazwischengeschalteten Manometern mit Skaleneinteilung von $0-300 \text{ kg/cm}^2$, $0-40 \text{ kg/cm}^2$ und $0-2,5 \text{ kg/cm}^2$. Die Reduzierventile ließen eine sehr feinfühligke stufenlose Regulierung der Druckwerte im Bereich von 0 bis $2,5 \text{ atü}$ zu. Das auf die gewünschten Druckwerte reduzierte Gas wurde über einen dickkalibrigen Gummischlauch und eine in der Augenvorderkammer liegende Injektionskanüle, die bereits vor Anlegung des Keratom- oder Starschnittes tangential in die Vorderkammer des Auges eingestochen worden war, in das Augennere eingeleitet. Um ein plötzliches Einstömen von Gas durch eine eventuelle fehlerhafte Bedienung des Reduzierventils zu verhüten und um eine noch langsamere Anfüllung der Vorderkammer mit Gas zu erreichen, wurde zwischen Schlauchende und Injektionskanüle zusätzlich ein Zweiwegehahn mit Absperrvorrichtung eingebaut.

Das zur Wundsprengrng vorgesehene Auge wurde unter Wasser getaucht und ganz allmählich mit steigenden Druckluftwerten belastet. Ein Aufplatzen der Wunde war an dem Aufperlen von Luftblasen aus der undicht gewordenen Wunde sofort zu erkennen, die Druckwerte, die zur Wundsprengrng erforderlich waren, an den Manometern leicht ablesbar.

Fast die gleiche Versuchsanordnung verwendeten wir für die Wundsprengrngversuche durch Druck von außen, nur wurde anstelle der Injektionskanüle eine 10 ccm Rekordspritze an den Zweiwegehahn angeschlossen. Der Zylinder der Rekordspritze wurde in eine feste Halterung eingespannt und der Stempel des Kolbens genau 2 mm von der Schnittwunde entfernt auf die Hornhaut aufgesetzt. Das enukleierte Auge wurde in eine genau passende halbrunde Schale gelegt, so daß ein Ausweichen des Auges gegenüber dem Stempeldruck unmöglich war. In die Vorderkammer war vor Aufsetzen des Stempels etwa 2 ccm Luft mit

einer 18er Injektionskanüle injiziert worden, das in dem Schälchen liegende Auge wurde unter Wasser gesetzt. Auch bei dieser Versuchsanordnung war das Aufbrechen der Wunde an dem Entweichen von Luftbläschen gut zu erkennen.

Versuchsergebnisse der Wundsprengrung an enukleierten Kälberaugen

Tabelle 1:

Wundsprengrungen durch Einleitung von Druckluft in die Augenvorderkammer

Anzahl der operierten Augen	Zeit der Wundsprengrung nach:	Einzelergebnisse der Wundsprengrung in kg/cm^2	arithmet. Mittelwert der Einzelergebnisse in kg/cm^2	mittlere quadratische Abweichung in kg/cm^2
a) Corneoskleraler Schnitt 11 mm lang mit Bindehautlappen				
5	1 Min.	0,25 0,2 0,25 0,35 0,27	0,27	$\pm$ 0,05
6	2 Min.	0,4 0,3 0,4 0,35 0,3 0,3	0,34	$\pm$ 0,049
10	4 Min.	0,55 1,0 0,35 0,45 0,55 0,5 0,45 0,65 0,6 0,5	0,56	$\pm$ 0,18
7	8 Min.	0,35 0,5 1,5 0,55 0,4 0,6 (2,2)	0,65	$\pm$ 0,17
5	15 Min.	0,3 0,55 0,5 0,45 (2,3)	0,45	$\pm$ 0,093
5	30 Min.	0,4 0,35 0,3 0,3 0,45	0,36	$\pm$ 0,065
6	1 Std.	0,25 0,3 0,4 0,35 0,3 0,3	0,30	$\pm$ 0,059
5	2 Std.	0,35 0,4 0,25 0,5 (2,7)	0,38	$\pm$ 0,112
4	4 Std.	0,3 0,25 0,4 0,35	0,32	$\pm$ 0,0649
4	8 Std.	0,25 0,4 0,25 0,3	0,30	$\pm$ 0,07
5	16 Std.	0,3 0,4 0,25 0,35	0,32	$\pm$ 0,065
4	32 Std.	0,5 0,3 0,25 0,2	0,31	$\pm$ 0,131

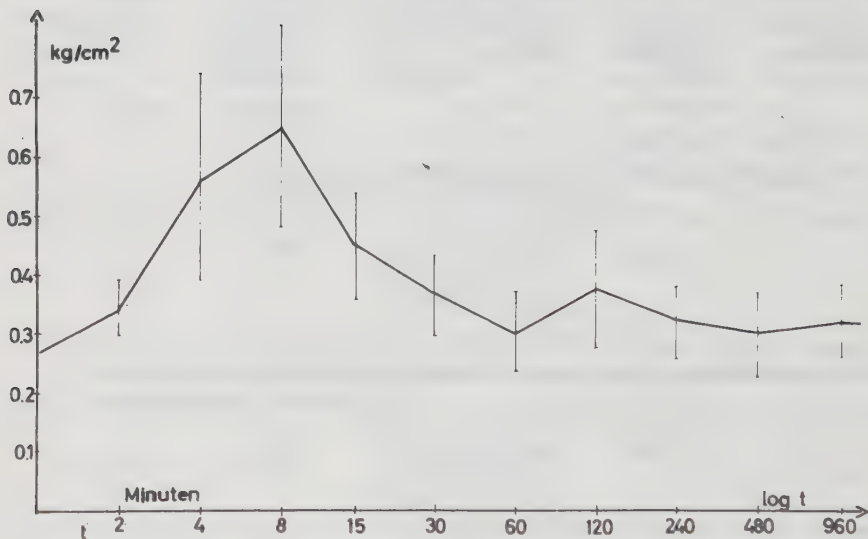
zu Tabelle 1:

Anzahl der operierten Augen	Zeit der Wundspren- gung nach:	Einzelergebnisse der Wundspren- gung in kg/cm^2			arithmet. Mittelwert der Einzel- ergebnisse in kg/cm^2	mittlere quadratische Abweichung in kg/cm^2
b) Starschnitt von 3 cm Länge mit Bindehautlappen						
9	4 Min.	0,4	0,6	0,3	0,36	$\pm$ 0,112
		0,35	0,4	0,25		
		0,25	0,3	0,45		
		(2,3)				
c) Hornhautschnitt, 1 mm vom Limbus entfernt, 11 mm lang 1 Situationsnaht Supramid 5-0						
7	4 Min.	0,5	0,35	0,35	0,41	$\pm$ 0,078
		0,4	0,45	0,4		
		0,55				
d) Hornhautschnitt 11 mm lang, ohne Bindehautlappen						
6	4 Min.	0,2	0,1	0,1	(0,13)	($\pm$ 0,082)
		3x nicht meßbar				

Tabelle 2:

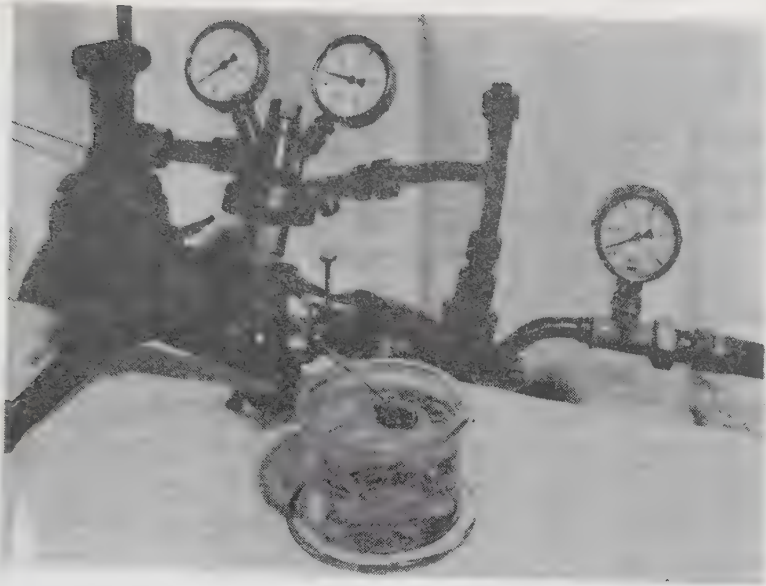
Wundspaltungen durch Stempeldruck von außen auf den Bulbus

Anzahl der operierten Augen	Zeit der Wundspren- gung nach:	Einzelergebnisse der Wundspren- gung in kg/cm ²			arithmet. Mittelwert der Einzel- ergebnisse in kg/cm ²	mittlere quadratische Abweichung in kg/cm ²
a) Corneoskleralschnitt 1mm lang mit Bindehautlappen						
9	4 Min.	1,6	2,3	1,7	1,9	<u>±</u> 0,45
		2,1	1,5	2,0		
		1,8	1,4	2,6		
b) Hornhautschnitt 11 mm lang, 1 Situationsnaht Supramid 5-0						
10	4 Min.	1,4	2,2	1,8	1,7	<u>±</u> 0,361
		2,1	1,4	1,1		
		2,0	1,7	1,4		
		1,9				

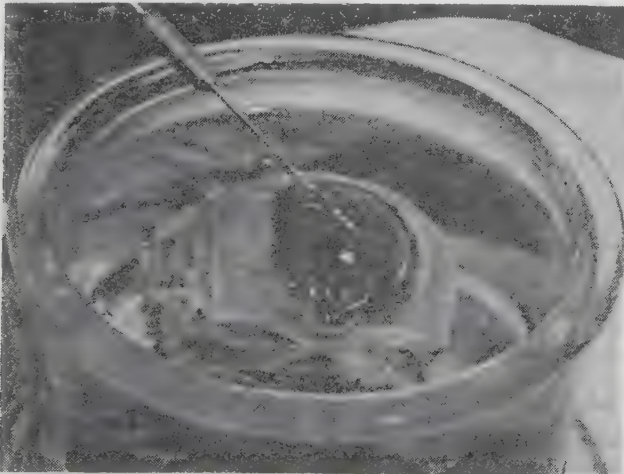


Wundsprennungskurve zu Tabelle 1a

(Corneoskleralschnitt von 11mm Länge und verklebtem Bindehautlappen)
 Der zur Wundsprennung erforderliche Druck in kg/cm^2 ist in Abhängigkeit von $\log t$ aufgetragen. Der Bereich der Standardabweichung ist für jeden Kurvenpunkt eingezeichnet.



Versuchsanordnung zur Prüfung der Festigkeit des Wundverschlusses. Das aus der Pressluftflasche entnommene Gas wird über 2 Reduzier-ventile, Druckluftschlauch, Zweiwegehahn und Injektionskanüle in die Vorderkammer des Auges eingeleitet. Der zur Wundsprennung erforderliche Druck ist an den Manometern in kg/cm^2 direkt ablesbar.



Das Aufbrechen der mit Eastman-910 versorgten Schnittwunde ist an dem Entweichen von Luftbläschen zu erkennen.

Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse

Aus den Einzelwerten der Wundsprengeversuche in kg/cm^2 wurde der arithmetische Mittelwert in kg/cm^2 ermittelt. Die mittlere quadratische Abweichung wurde nach der Formel

$$\frac{1}{\sqrt{n-1}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

errechnet.

Zur Überprüfung der Signifikanz der Ergebnisse der Tabelle 1a wurde der von van der Waerden und Nievergelt angegebene X-Test (Tafeln zum Vergleich zweier Stichproben mittels X-Test und Zeichentest, Springer-Verl. 1956) angewandt. Wir bevorzugten diese Testmethode, da nach unseren Erfahrungen der übliche Student-Test nur bei normaler Verteilung und gleicher Streuung sinnvoll angewandt werden kann.

Der X-Test ergab, daß sich die ersten 6 Werte der Tabelle 1a bei 0,5 % Irrtumswahrscheinlichkeit signifikant unterscheiden, und daß der Anstieg der Wundsprenge-Zeitkurve nicht rein zufällig ist.

Einige Zahlenwerte der Wundsprengeversuche mit Lufteinleitung in die Vorderkammer, die wir in der Tabelle nur in Klammern wiedergegeben haben, sind bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt worden. Diese Werte mit über 2,0 atü erschienen uns unverhältnismäßig hoch und waren nach unserer Meinung dadurch zustande gekommen, daß sich die Iris vor die Schnittwunde gelegt hat.

Diskussion der Versuchsergebnisse aus der 1. Versuchsserie

Eastman-910 Monomer ist aufgrund seiner kurzen Abbindezeit und außerordentlich hohen Klebkraft in der Lage, schon nach 1 Minute eine feste Gewebe-Klebstoffverbindung herzustellen. Der Corneosklernalschnitt ist nach dieser kurzen Zeit schon mit durchschnittlich $0,27 \text{ kg/cm}^2$

belastbar. Nach 8 Minuten erreicht die Gewebe-Klebstoffverbindung ihren höchsten Wert mit $0,65 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,17 \text{ kg/cm}^2$. Die Festigkeit nimmt dann langsam ab und weist nach 32 Stunden noch einen Wert von $0,31 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,0131 \text{ kg/cm}^2$ auf. Dies sind beachtliche Werte, wenn man die normalen Druckverhältnisse im Auge mit ca. 25 mm Hg oder $0,032 \text{ kg/cm}^2$ zum Vergleich heranzieht.

Bei einer mechanischen Belastung des Auges von außen, wie wir es in unserer Versuchsanordnung mit dem Stempeldruck des Rekordspritzenkolbens nachzuahmen suchten, sind die erzielten Werte sogar noch wesentlich besser. Der Hornhautschnitt von 11 mm Länge platzte erst bei einer Belastung von durchschnittlich $1,7 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,36 \text{ Kg/cm}^2$, der Corneoskleralschnitt bei $1,9 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,45 \text{ Kg/cm}^2$. Als sehr wichtig hat es sich dabei herausgestellt, die Wundlippen eng aneinanderzulegen und nötigenfalls mit einer Situationsnaht zu fixieren. Ungünstige Resultate erzielten wir bei Hornhautschnitten ohne Situationsnaht. Der über die klaffenden Wundlippen gezogene dünne Klebstoffilm war nicht in der Lage, einen sicheren Wundverschluß zu gewährleisten.

Nach unseren Versuchen sind folgende Kriterien bei der Verwendung von Eastman-910 zu beachten:

1. Die Wundoberfläche darf feucht aber keinesfalls naß sein und darf nicht bluten.
2. Die Wundränder dürfen nicht klaffen. Nötigenfalls müssen ein oder zwei Situationsnähte gelegt werden.
3. Vom Auftragen des Klebstoffes bis zum endgültigen Wundverschluß sollten nicht mehr als 30 bis 40 Sekunden vergehen.
4. Zum Auftragen des Klebstoffes muß jedesmal ein neues und trockenes Instrument (Glasstäbchen, Polyäthylenstäbchen etc.) verwendet werden, da sonst ein sauberes Auftragen des Kunststoffes nicht möglich ist.

5. Da Eastman-910 auch mit Metallen eine Klebverbindung eingeht, müssen Metallinstrumente, die mit Klebstoff in Berührung kommen könnten, zum Schutz vor ihrer Benutzung in Silikonöl getaucht werden.
6. Die verklebte Wunde muß für mindestens 30 Sekunden unter mäßig starkem Druck gehalten werden.

2. Versuchsserie

Tierversuche an Kaninchen und Hunden

Ermutigt durch die günstigen Resultate, die unsere Wundsprengeversuche an enukleierten Rinderaugen ergaben, operierten wir zusätzlich 16 Kaninchen und 4 Hunde. Die Kaninchen wurden an beiden Augen, die Hunde an jeweils einem Auge operiert.

Alle Tiere bekamen eine Allgemeinnarkose mit Nembutal intravenös. Für die ausgewachsenen Kaninchen benötigten wir, je nach Körpergewicht, 2,5 bis 3,5 ccm Nembutal zur Erlangung einer ausreichenden Anästhesietiefe. Der Augapfel wurde vorsichtig aus der Orbita herausgedrängt und durch Anlegen einer Arterienklemme im medialen Lidwinkel außerhalb der Orbita fixiert. Mit Schere und Hokeymesser wurde ein ungefähr $1,5 \text{ cm}^2$ großer Bindehautlappen bis zum Limbus corneae abpräpariert und ein Keratomschnitt von 9 mm Länge in die Vorderkammer gelegt. In einigen Fällen, in denen während der Operation ein Irisprolaps eintrat, wurde zusätzlich mit der Weckerschen Pinzetten- schere eine basale Iridektomie ausgeführt. Nach Abfluß des Kammerwassers und Säuberung der Wunde von Blut und Kammerwasser, wurde mit einem sterilen Glasstäbchen ein Tropfen Monomer auf die Anteile des Bulbus gebracht, die zuvor von Bindehaut freipräpariert worden waren. Anschließend wurde der Konjunktivallappen über den Corneoskleralschnitt in situ gebracht und auf den mit Klebstoff benetzten Augapfel angeedrückt und für ca. 30 Sekunden unter Druck gehalten. In die Keratomschnittwunde selbst wurde kein Klebstoff eingebracht, da nach

unseren Erfahrungen der verklebte Bindehautlappen einen ausreichend guten Wundverschluß gewährleistet. Auch wollten wir ein mögliches Eindringen von Klebstoffspuren in die Augenvorderkammer im Interesse einer komplikationsloseren Wundheilung verhindern. In den Bindehautsack wurden für 4 bis 5 Tage post operationem Antibiotika- und Irgamidsalbe gegeben und die Augen regelmäßig jeden Tag kontrolliert. Ein Teil der Tiere wurde in wechselnden Abständen getötet und die emkleeierten Augen teils der histologischen Untersuchung zugeführt, teils wurden sie Wundsprengeversuchen durch Einleitung von Druckluft in die Vorderkammer ausgesetzt. Die Mehrzahl der Tiere (12 Kaninchen und alle 4 Hunde) wurde jedoch über einen Zeitraum bis zu 4 Monaten am Leben gelassen, um während dieser Zeit die Wundheilungsvorgänge beobachten und eine Aussage über die Verträglichkeit des Kunststoffes machen zu können.

Ergebnisse der Wundsprengeversuche der 2. Versuchsserie

Jeweils 4 Kaninchenaugen mit Corneoskleralschnitten von 9 mm Länge mit verklebten Bindehautlappen wurden 24 Stunden, 48 Stunden und 240 Stunden nach der Operation emkleeiert. Der arithmetische Mittelwert aus 4 Einzelwerten ergab bei Einleitung von Preßluft in die Vorderkammer der Kaninchenaugen 24 Stunden post operationem eine Belastbarkeit der Wunde von $0,35 \text{ kg/cm}^2$ mit einer mittleren quadratischen Abweichung von $\pm 0,07 \text{ kg/cm}^2$, nach 48 Stunden von $0,33 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,065 \text{ kg/cm}^2$ und nach 240 Stunden von $2,5 \text{ kg/cm}^2 \pm 0,4 \text{ kg/cm}^2$.

Diskussion der Wundsprengeergebnisse der 2. Versuchsserie

Das Zahlenmaterial der 2. Versuchsserie ist zweifellos zu klein, um eine statistische Auswertung zuzulassen. Trotzdem glauben wir aufgrund der insgesamt 36 Augenoperationen an Kaninchen und Hunden, der Wundsprengeversuche an 12 Kaninchen- und 107 Rinderaugen aussagen zu können, daß Eastman-910 während der ersten postoperativen Tage einen sicheren Wundverschluß gewährleistet. Dies scheint uns von

besonderer Bedeutung, da in den ersten 3 bis 5 Tagen der physiologische Wundverschluß im wesentlichen aus einem lockeren, wenig belastbaren Fibrinmaschenwerk besteht, während die Fibroblasten-einwanderung und Bindegewebsneubildung erst später stattfindet. Somit können nach unserer Auffassung die Zahlenwerte, die wir bei den Wundsprengeversuchen an toten Rinderaugen erhielten, wahrscheinlich als weitgehend gültig für die Belastbarkeit der klebstoffversorgten Wunde am l e b e n d e n Tier angesehen werden, denn einen wirksamen mechanischen Wundschutz vermag der lebende Organismus erst nach der Bindegewebsneubildung, d. h. nach dem 5. Tag oder später herzustellen.

Gewebsverträglichkeit von Eastman-910 am Hunde- und Kaninchenauge

Die 12 an beiden Augen operierten Kaninchen und die 4 an jeweils einem Auge operierten Hunde, die uns zu einer längeren postoperativen Beobachtung zur Verfügung standen, reagierten auf den Gewebeklebstoff recht unterschiedlich.

Alle 28 Augen zeigten einen Tag nach der Operation einen konjunktivalen Reizzustand in der Umgebung des Schnittes, der uns aber nicht stärker schien, als es nach einem derartigen Eingriff normalerweise zu erwarten war. 4 Augen zeigten im Bereich des Keratomschnittes eine leichte Hornhauttrübung, die sich aber ohne Hinterlassung von Schäden schnell wieder zurückbildete. Eine Wundinfektion trat an keinem der operierten Augen auf.

Am 3. bis 4. Tage kam es bei 7 Augen zu einer lokalisierten Ischämie des Konjunktivallappens und im weiteren Verlauf der nächsten 10 Tage zu einer oberflächlichen Abstoßung und Nekrotisierung kleinerer Anteile des Bindehautlappens. An einem Auge wurde der gesamte Bindehautlappen eingeschmolzen und demarkiert. Ein Irisprolaps wurde nicht beobachtet. Trotz der Abstoßung der Bindehaut blieben die Entzündungs-

erscheinungen in der Umgebung von den Nekrosen gering, was darauf hindeutet, daß nicht eine Infektion, sondern eine mehr oder weniger starke toxische Schädigung des Bindehautlappens bei den entsprechenden Augen eingetreten war. 3 bis 4 Wochen nach der Operation waren jedoch 6 der 7 Augen äußerlich wieder reizfrei. Nur ein Auge zeigte noch eine geringe konjunktivale Injektion, die sich aber ebenfalls im Laufe einer weiteren Woche zurückbildete.

Alle übrigen 21 Augen zeigten eine völlig normale Wundheilung ohne Anzeichen einer toxischen Schädigung des Auges. Ein unterschiedliche Wundreaktion zwischen Hunde- und Kaninchenaugen wurde nicht beobachtet.

Diskussion der Tierversuchsergebnisse der 2. Versuchsserie

Bei 21 von 28 Augen oder in 75 % der Fälle war eine einwandfreie komplikationslose Wundheilung zu beobachten. Innerhalb eines Zeitraumes von 3 bis 4 Monaten ergab sich an keinem Auge weder makroskopisch noch mikroskopisch, außer einer zarten Narbenbildung im Bereich des Schnittes, ein sichtbarer Dauerschaden. Es traten keine Wundinfektionen auf.

Diese Ergebnisse über die Verträglichkeit des Monomer Eastman-910 sind ermutigend, genügen jedoch nicht, um schon heute seine Anwendung am menschlichen Auge anstelle chirurgischen Nahtmaterials bei Limbus-schnitten oder Staroperationen zu empfehlen. Es sollte allerdings berücksichtigt werden, daß ein dünner, wenig durchbluteter Bindehautlappen eines der empfindlichsten Testobjekte für die Verträglichkeit eines Gewebesklebstoffes darstellt.

In der Lid-, Ablatio-retinae-, Muskel- oder palliativen Bulbus- und Orbitaschirurgie könnten nach weiteren experimentellen Untersuchungen zukünftige Anwendungsmöglichkeiten für Eastman-910 bestehen.

Die Klebkraft des Monomer Eastman-910 auf Gewebsoberflächen, die wir durch Wundsprennungsversuche prüften, erwies sich als ausgezeichnet. Bei korrekter Anwendung und geeigneter Indikationsstellung wird nach unseren Erfahrungen ein sicherer Wundverschluß gewährleistet.

Es erscheint uns möglich, daß dieser oder ein ähnlicher Klebstoff in absehbarer Zeit die chirurgische Wundversorgung mit Nahtmaterial teilweise ersetzen kann.

III. Zusammenfassung

Im literarischen Teil der Arbeit wird versucht, eine Übersicht über die Anwendungsmöglichkeiten für Kunststoffe in der chirurgischen Augenheilkunde zu geben. Die einzelnen Operationsmethoden werden skizziert und die zur Verwendung kommenden Kunststoffe angegeben.

Eigene experimentelle Untersuchungen befassen sich mit einem Kunststoff auf Akrylatbasis, der sich anstelle chirurgischen Nahtmaterials im Tierversuch zur Versorgung von Operationswunden im Bereich der Cornea und des Corneoskleralrandes eignet. Die mit dem Kunststoffklebstoff Eastman-910 Monomer versorgten Wunden von 119 enukleierten Rinder- und Kaninchenaugen wurden Wundsprengeversuchen ausgesetzt und der zur Wundsprenge erforderliche Druck mit einer neuen Versuchsanordnung gemessen. Die Wundbelastungsversuche durch Einleitung von Druckluft in die Vorderkammer oder durch Druck auf den Bulbus von außen ergaben schon wenige Minuten nach Applikation des Klebstoffes einen guten Wundverschluß. Die Gewebsverträglichkeit von Eastman-910 Monomer wurde an Corneoskleralschnitten mit über dem Schnitt verklebten Bindehautlappen an Kaninchen und Hunden getestet, die über einen Zeitraum von 3 bis 4 Monaten beobachtet wurden. Bei 21 von insgesamt 28 innerhalb dieser Versuchsreihe operierten Augen oder in 75 % der Fälle ergab sich eine komplikationslose Wundheilung. Bei 7 Augen oder in 25 % der Fälle kam es zur Abstoßung von Bindehautanteilen, nur 1 Auge von diesen 7 zeigte eine Demarkation des gesamten Bindehautlappens. Nach 3 bis 4 Wochen waren jedoch auch diese 7 Augen äußerlich wieder völlig reizfrei.

Die Anwendung von Eastman-910 am menschlichen Auge muß zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch zurückhaltend beurteilt werden und ist unseres Erachtens von weiteren erfolgreichen Tierversuchen abhängig.

- Abrahams, J.W., Dodd, R.W.: *Am Arch.ophtalm.* 68, 159-167, 1962
- Anderson, D.L., Shea, M.: *Am J. ophthalm.* 51, 1200-1203, 1961
- Armaly, F.A.: *Am. Arch.opthalm.* 68, 390-395, 1962
- Arruga, A.: *Arch.Soc.oftal. hispano-am.* 15, 815-1014, 1955
- Arruga, H.: *Implantes Orbitarios de material plastico. II. Congr. de la Soc.Ophth.latina Madrid* 1956
- Arruga, H.: *Arch. Soc. oftal, hispano-am.* 20, 1049-1056, 1960
- Awe, W.C., Roberts, W., Braunwald, N.S.: Rapidly polymerizing adhesive as a hemostatic agent. Study of tissue response and bacteriological properties. *Surgery* 54/2, 322-328, 1963
- Ashley, F.L., Stone, R.S., Polak, T., Berman, O.D., Delabar, M.: Further studies involving wound closure with a rapidly polymerizing adhesive. *Plastic and Reconstr. Surg.* 31/4, 1963
- Bangerter, A.: Stumpfbildung bei Enucleatio u. Evisceratio. *Ophthalmologica*, 140, 172-179, 1960
- Barthelmess, G.: *Keratopathia post impl. Ber. Dtsch. Ophth. Ges.* 62, Zus., 1959
- Ders.: Die optischen Verhältnisse der Vorderkammerlinse. *Graefe Arch.* 162, 527-544, 1960
- Ders.: Die binocularen Funktionen nach Implantation einer Vorderkammerlinse, *Graefe Arch.* 162, 545-563, 1961
- Bennet, J.E., Armstrong J.R., Jones, E.R., Schiller, F.: Conjunktivovantorrhinostomy. *Am.Arch.opth.* 62, 248-254, 1959
- Berens et al.: Experience with a steel-mesh capped hollow plastic implant, *Tr.Am.Ophth.Soc.* 54/337, 1956
- Bietti, G.B.: *Ophthalmologica Tr. Ital. Ophth. Soc.* 10/426, 1948
- Ders.: *Ophthalmologica* 119/58, 1950
- Ders.: *Acta Ophthal.*, 33/337, 1955
- Binkhorst, C.D.: *Iriscliplinse. Kl.Mbl.f.A.* 134, 536-543, 1959
- Ders.: Iris-supported artificial pseudophakia. *Transact. ophth. Soc. LXXIX/596-584*, 1959
- Ders.: Lens protheses. *Ophthalmologica* 139/500-503, 1960
- Ders.: *Iriscliplinse, Kl.Mbl.f.A.* 136/35-43, 1960
- Bloomfield, S. Barnert, A.H., Kanter, P.: The use of Eastman-910 Monomer in ocular surgery. *American Journal of Ophthalmology* 55/5, 947-953, 1963
- Dies.: *Am.J.Ophth.* 55, 742, 1963
- Boberg-Ans, J.: *Br.J.opthalm.* 45, 37-41, 1961
- Böger, R.: *Kl. Mbl. f. A.* 139, 583-585, 1961
- Böke, W.: *Kl. Mbl. f. A.* 136, 355-362, 1960
- Browning, C.W., Walker, R.V.: Polyethylene in posttraumatic floor reconstruction. *Am.J.opth.* 52, 672-677, 1961
- Burch: Evisceration of the globe with scleral implant and preservation of the cornea. *Tr.Am.Ophth.Soc.* 37, 1939
- Cardona, H.: *Keratoprothesis. Am.J.Ophth.* 54, 284-297, 1962
- Carton, C.A., Kessler, L.A., Seidenberg, B. and Hurwitt, E.S.: A plastic adhesive method of small blood vessel surgery, *World Neurology* 1/4, 1960

- Dies.: Surgical Forum, 11, 1960
- Dies.: Journal of Neurosurgery, 18/2, 188-199, 1961
- Castrén, J.A.: Orbital implants after enucleation. Acta ophth. 41, 435-443, 1963
- Castroviejo, R.: Surgical Technics of keratoplasty, New York Acad.Sect.Ophth., Feb. 20, 1961
- Choyce, D.P.: Anterior chamber implants. Am.J.Ophth. 49, 417-439, 1960
- Ders.: All acrylic chamber implants. Arch.ophth. 66, 188-200, 1961
- Cibis, P., Kimmig, J.: Kl.Mbl.f.A. 112/75, 1947
- Cibis, P.: Kl.Mbl.f.A. 112/313, 1949
- Cibis, P.A., Okun, E., Becker, B., Canoon, S.: Liquid Silicone in retinal detachment. Am Arch.ophth. 68, 590-599, 1962
- Converse, J.M., Smith, B.: Reconstruction of the floor of the orbit. Am Arch.ophth. 44/1, 1950
- Ders.: Treatment of orbital floor fractures. Trans.Am.Acad.Ophth. Otolaryng. 61/602, 1957
- Cunningham, J.D., Marden, Ph.A.: Blow-Out fractures of the orbital floor. Am.Arch.Ophth. 68, 492-497, 1962
- Custodis, E.: Zwischenfälle nach Skleraleinbuchtung. Kl.Mbl.f.A. 135, 769-775, 1959
- Dellaporta, A.: Scleral buckling. Am.J.ophth. 53, 593-601, 1962
- De Recende, C.: The use of corneal acrylic protheses. Arq.brasil de oftal. 20, 425-449, 1957
- Drucker, Kreft, Pearlman, Rosenau, Snip: Am.J.Ophth. 34, 1483, 1951
- Ellis, R.A.: Reduction of introcular pressure using plastics. Am.J.ophth. 50, 733-742, 1960
- Ellis, R.A.: Levine, A.: Experimental ocular surgery, Am.Arch. Ophth. 55, 733-741, 1963
- Emmerich, K.: Vorderkammerlinse aus Silikatglas, Kl.Mbl.f.A. 132, 254-256, 1958
- Epstein, E.: Modified Ridley Lens. Brit.J.ophth. 43, 29-33, 1959
- Franceschetti, A.: Bull.Acad. Suisse, Sc. Med. 134, 1951
- Friedeman, H.W.: Scleral buckling. J.Eye, Ear, Nose and Throat 39, 247-250, 1960
- Friedenwald, J.S.: Guyton, J.S.: Am.J.Ophth. 31/411, 1948
- Galli, L.: Toleranz von Acrylatlinsen. Ophthalmologica 144, 111-125, 1962
- Galli, L.: Ptoisoperation mit Kunststoffaden. Kl.Mbl.f.A. 189-204, 1963
- Girard, L.J., McPherson, A.R.: Scleral buckling with silicon rubber rodding. Am.Arch.Ophth. 67, 409-420, 1962
- Girard, L.J., Friedman, B., Moore, C.D., Blau, R.J., Binkhorst, C.D., Gobin, M.H.: Intraocular implants and contact lenses, Am. Arch.Ophth. 68, 762-775, 1962
- Griffith, T.P.: Canaliculus surgery. Br.J.Ophth. 47, 203-210, 1963
- Gröndahl, J.: Dacryostenosis, Acta ophth. 41, 255-258, 1963
- DuPont Guerrey, Geeraets, W.: Complications of anterior chamber lenses, Am.J.Ophth. 54, 229-232, 1962

- Healey, J.E., Brooks, B.J., Gallager, S.H., Moore, E.B., Sheena, K.S.: A technique in nonsuture repair of veins, *J. of Surg. Res.*, 1/4, 267-271, 1961
- van der Helm: Results with orbital implants. *Ophthalmologica* 143, 122-125, 1962
- Heydenreich, A.: Kutisplomben bei Custodis-Operation. *Dtsch. Ophth. Ges.* 63. Zusa./1960
- Ders.: Kutisplombe bei Netzhautablösung. *Kl. Mbl. f. A.* 138, 53, 68, 1961
- Huggert, A.: Stenosis of lacrmial canaliculi, *Acta Ophth.* 37, 355-358, 1959
- Hughes, W.L.: Evisceration. *Am. Arch. Ophth.* 62, 154-156, 1959
- Illig, K.M.: Eine neue Operation für Lagophthalmus. *Kl. Mbl. f. A.* 132, 242-243, 1958
- Illig, K.M.: Eine neue fistulierende Glaukomoperation. *Ophthalmologica* 138, 54-58, 1959
- Jonkers, G.H.: Äquatoriale Umschnürung des Bulbus bei Ablatio retinae *Kl. Mbl. f. A.* 138, 790-797, 1961
- Kazdan, S.M., Henderson, J.W., Parkhill, E.M.: Elevation of choroid by insertion of Polyvinyl sponge. *Am. J. Ophth.* 47, 437-454, 1959
- Kettesy, A.: *Kl. Mbl. f. A.* 124/641, 1954
- Ders.: Eingriffe am Auge (Blascovic-Kreiker)
- Klemens, F.: *Kl. Mbl. f. A.* 137, 222-232, 1960
- Klöti, R.: Äquatoriale Bulbusumschnürung. *Ophthalmologica* 143, 233-239, 1962
- Küper, J.: Vorderkammerlinsen. *Kl. Mbl. f. A.* 140/639, 1962
- Lasky, M.A., Blumenthal, G.: Retinal detachment surgery. *Am. J. Ophth.* 48, 199-203, 1959
- Legrand, J.: *Inst. Barraquer*, 2. course 1, 131-141, 1958
- Levine, A.M., Ellis, R.A.: Intraocular silicone implants. *Am. J. Ophth.* 55, 939-943, 1963
- Lieb, W.A., DuPont Guerrey, III.: Anterior chamber lenses. *Amer. Journal Ophthal.* 44/5, 579-598, 1957
- Lieb, W.A., Geeraets, W.J.: Die Verwendung plastischen Materials in der Augen Chirurgie. *Kl. Mbl. f. A.* 133/3, 305-342, 1958
- Lieb, W.A., DuPont Guerrey, III.: Experiences with an anterior chamber lenses, *Am. Journ. Ophthalm.* 46/2, 127-135, 1958
- Lieb, W.A., DuPont Guerrey, III.: Vorderkammerlinsen zur Korrektion unilateraler Aphakien. *Kl. Mbl. f. A.* 132/4, 465-475, 1958
- Lieb, W.A., Geeraets, W.J., DuPont Guerrey, III., Dickerson, J.: Tissue tolerance of plastic resins. *Eye, Ear, Nose and Throat Monthly.* 38, 210-215 und 303-321, 1959
- Lieb, W.A., Löhner, D.: Alpha-Chymotrypsin und corneale Wundheilung. *Arquivos Portuguesos de Oftalmologica* 14/1, 5-30, 1962
- Linnen, H.J.: Operative Behandlung der Netzhautablösung. *Ophthalmologica*, 136, 391-400, 1958

Linnen, H. J. : Kombinierung von Op. methoden bei Amotio retinae.
Dtsch. Ophth. Ges. 62. Zus. / 1959

Lukoff, L., Löwers, G. : Kl. Mbl. f. A. 137, 232,-237, 1960

Manax, W. G., Bloch, H. J., Longerbeam, J. K., Lillehei, R. C. :
Plastic adhesive in suture anastomoses of small blood vessels.
Surgery 54/4, 663-666, 1963

Martola, E. L., Dohlman, C. H. : Silicone oil in the anterior chamber.
Acta ophth. 41, 75-79, 1963

Mathes, G. L., Terry, W. J. : Non-suture closure of Nephrotomy.
Journal of Urology 89/2, 1963

Moore, L. H. G. : Perspex prosthesis for lacrimal sac and nasolacrimal
duct. Br. J. Ophth. 43, 186-188, 1959

Moron-Salas: Arch. Soc. oftal. hispano-am. 11/1383, 1951

Moumany, R. : Lacrimal intubation. Arch. Soc. hispano-am. 21,
385-388, 1961

Mourges, G. : Kl. Mbl. f. A. 136, 598-603, 1960

Mulberger, R. D., Shannon, G. M. : Repair of orbital deformity with
plastic sponge implant. Am. Arch. Ophth. 62/731, 1959, Society
Transactions 1959

Mules: Evisceration of the eye. Tr. Ophth. Soc. U. K. 5/200, 1885

Niedermeier, S. : Über die Verträglichkeit von Kunststoffen in der
Orbita. Graefes Archiv 161, 547-553, 1960

Ders. : Netzhautoperation nach Custodis. Dtsch. Ophth. Ges. 63.,
Zus. / 1960

Okamura, I. D., Schepens, C. L., Brockhurst, R. J. : Scleral buckling
procedure. Am. Arch. Ophth. 62, 445-458, 1959

Pagenstecher, H. : Int. med. Cong., London 1882

Panas: Arch. Ophth. (Fr.) 6/1, 1886

Wynne Parry, T. G. : New design in anterior chamber lenses, Br. J.
Ophth. 42, 376-379, 1958

Pau, H. : Die Operation der Netzhautablösung mit der Plombe.
Ophthalmologica 138, 12-34, 1959

Ders. : Diathermiekoeagulation der Sklera. Kl. Mbl. f. A. 139,
217-223, 1961

Pellier de Quengsy: Zit. von Franceschetti

Regan, C. D. J., Schepens, C. L., Okamura, I. D., Brockhurst, R. J.,
McMeel, J. W. : The scleral buckling procedures. Am. Arch. Ophth.
68, 313-328, 1962

Rosengren, B., Törnquist, R. : Scleral indentation by means of plastic
plugs. Acta ophth. 26, 426-431, 1958

Rosengren, B. : Indentation of the sclera by means of a silver ball.
Acta ophthalmologica 28, 109-114, 1960

Ruedeman, A. D. : Evisceration with retention of the cornea. Tr. Am.
Ophth. Soc. 54/348, 1956

Ruedeman, A. D. jr. : Modified Burch-type evisceration with scleral
implant. Am. J. Ophth. 49, 41-54, 1960

- Sachsenweger, R.: Asthenoptische Beschwerden durch Vorderkammerlinsen. Ber. Dtsch. Ophth. Ges. 62. Zus. / 1959
- Ders.: Die Verwendung lyophilisierten Gewebes als Plombenmaterial bei Ablatiooperationen. Kl. Mbl. f. A. 141, 431-437, 1962
- Sachsenweger, R., Löwers, G.: Dtsch. Ophth. Ges. 63. Zus. / 1960
- Saubermann, G.: Zur Frage der Kunststofflinse. Ophthalmologica 135, 597-603, 1958
- Ders.: Komplikationen nach Impl. von Vorderkammerlinsen, Ophthalmologica 137, 178-182, 1959
- Schepens, C. L., Okamura, J. D., Brockhurst, R. J., Regan, C. D.: Scleral buckling procedures. Am. Arch. Ophth. 64, 868-881, 1960
- Schillinger, R. J., Shearer, R. V., Levy, O. R.: Am. Arch. Ophth. 59/3, 1958
- Schimek, R. A., Barsky, D.: Gelfilm in cycloidalysis clefts. Eye, E. N. T. 28, 842-857, 1959
- Schirmer, K. E., Raphael, S. S.: Ocular reactions to plastic materials. Am. J. Ophth. 52, 61-72, 1961
- Schwab, F.: Stumpfbildung mit Polystanschwamm. Kl. Mbl. f. A. 135, 82-89, 1959
- Seidenberg, B. Garrow, E., Pimental, R., Hurwitt, E. S.: Studies on the use of plastic adhesive in Gastro-intestinal surgery. Annals of surgery 158/4, 721-730, 1963
- Smith, B., Converse, J. M.: Early treatment of orbital floor fractures. Trans. Am. Acad. Ophth. Otolaryng. 61/602, 1957
- Sommer, G.: Neue Versuche zur Alloplastik der Cornea. Kl. Mbl. f. A. 122/1953
- Stone, W. jr., Herbert, E.: Experimental study of plastic material and replacement of cornea. A. J. Ophth. 34, 757-760, 1953
- Ders.: Am. J. Ophth. 26/168, 1953
- Stone, W.: The New England. J. Med. Nos. 11, 12, 13, 1958
- Strahan, R. W., Sajedee, M., DuVal, M. K.: The leaking esophageal suture line. American Journal of surgery 106, 570-574, 1963
- Strampelli, B.: Ann. Oftalm. e. Clin. Ocul. 80/75, 1954
- Ders.: Anterior chamber lens. Am. Arch. Ophth. 66, 12-17-, 1961
- Sugar, H. S., Forestner, H. J.: Metacrylic resin implant for sunken upper lid following enucleation. Eye, E. N. T. 27, 133-137, 1958
- Thiel, R.: Kl. Mbl. f. A. 103, 305-313, 1939
- Thiel, R.: Ophthalmologische Operationslehre, Thieme Verlag
- Todter, F.: Modifikation der Kunststoffplombe nach Walser. Kl. Mbl. f. A. 141, 259-261, 1962
- Troncoso, M.: Am. Arch. Ophth. 23/270, 1940
- Troutman, R. C.: Am. J. Ophth. 36/537, 1953
- Vannas, S.: A method for correction of the retracted upper eyelid. Acta ophth. 36/ 1958
- Veins, E. R.: Evisceration. Am. Arch. Ophth. 65, 621-625, 1961
- Vincencio, A. B.: Use of nylon thread and polyethylene tubing in nasolacrimal duct stenosis. Am. Arch. Ophth. 55, 267-268, 1956

- Wagner, H. J. : Kl. Mbl. f. A. 142, 793-800, 1963
- Walser, E. : Plastische Chirurgie am Auge, Bergmann Verl., München
Ders. : Kl. Mbl. f. A. 136, 89-91, 1960
Ders. : Kl. Mbl. f. A. 141, 252-259, 1962
Ders. : Kl. Mbl. f. A. 140/694, 1962
- Wegner, H. : Vorderkammerlinse nach Dannheim. Ber. Dtsch. Ophth.
Ges. 62. Zus. / 1959
- Weigelin, E., Meinke, Chr. : Kl. Mbl. f. A. 134, 305-313, 1959
- Wilder, R. J., Playforth, H., Bryant, M., Ravitch, M. M. :
The use of a plastic adhesive in Pulmonary surgery.
- Wollensak, J. : Chemische Einflüsse bei Keratopathia post impl.
Ber. Dtsch. Ophth. Ges. 62. Zus. / 1959
- Wünsche, G. : Ärztliche Forschung 1, 18-19, 1947

Herrn Prof.Dr.med.W.A. Lieb von der Universitätsaugenklinik
Frankfurt/Main danke ich für die Überlassung des Themas und
für die freundliche Unterstützung, die er mir während meiner
Arbeit gewährte.

Lebenslauf

Als Sohn des jetzigen Senatspräsidenten i.R. Dr. Johannes Müller und seiner Ehefrau Käte geb. Oelsner wurde ich am 1.10.1933 in Dresden geboren. Im Elternhaus aufgewachsen, besuchte ich von 1940 bis 1944 die Volksschule, von 1944 bis 1948 das Kreuzgymnasium zu Dresden und im Anschluss daran die Ecole d'Humanité in der Schweiz, die ich 1951 mit der Primareife verliess. Ich kehrte zu meinen Eltern zurück, die inzwischen von Dresden nach Frankfurt am Main umgezogen waren. In den folgenden Jahren studierte ich am Lehrinstitut Frankfurt/M. des Bundesverbandes deutscher Zahnärzte Zahnmedizin und erwarb im Frühjahr 1958 die Approbation als Zahnarzt. Anschliessend war ich in verschiedenen Zahnarztpraxen und von 1958 bis 1959 als zahnärztlicher Assistent an der Universität Alexandria in Ägypten tätig. 1960 legte ich vor einer Rheinland-Pfälzischen Regierungsdelegation die Hochschulzulassungsprüfung ab und begann im gleichen Jahre an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz Vollmedizin zu studieren. Nach bestandenem Physikum wechselte ich 1962 die Universität und setzte mein Studium an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt/M. fort. Im Laufe des Jahres 1966 beabsichtige ich, mein Studium mit dem ärztlichen Staatsexamen abzuschliessen.

Ludwig Müller-Plawitz

Verzeichnis meiner akademischen Lehrer

Prof.Dr.Dr.Dr. W.Artelt	Geschichte der Medizin
Prof.Dr.R.Altmann	Innere Medizin
Priv.Dozent H.K.Brehm	Frauenheilkunde
Prof.Dr.P.Christ	Innere Medizin
Priv.Dozent H.Contzen	Chirurgie
Prof.Dr.H.Cramer	Frauenheilkunde
Prof.Dr.H.Fischer	Klinische Chemie
Prof.Dr.R.Geissendörfer	Chirurgie
Prof.Dr.J.Gerchow	Gerichtsmedizin
Prof.Dr.E.Güntz	Orthopädie
Prof.Dr.P.Hauser	Zahnmedizin
Priv.Dozent Dr.R.Heinecker	Innere Medizin
Prof.Dr.R.Heintz	Innere Medizin
Prof.Dr.L.Heller	Geburtshilfe und Gynäkologie
Prof.Dr.F.Herrmann	Dermatologie
Prof.Dr.Dr.M.Herrmann	Zahnheilkunde
Prof.Dr.K.Herzberg	Hygiene und Bakteriologie
Prof.Dr.H.Hildebrand	Innere Medizin
Priv.Dozent Dr.H.H.Hirsch	Chirurgie
Prof.Dr.H.Junghanns	Chirurgie
Prof.Dr.J.Jürgens	Innere Medizin
Prof.Dr.G.Kahlau	Pathologie
Prof.Dr.O.Käser	Geburtshilfe und Gynäkologie
Prof.Dr.W.Krücke	Neuropathologie
Prof.Dr.C.Kulenkampff	Neurologie und Psychiatrie
Prof.Dr.H.Lapp	Pathologie
Prof.Dr.H.Lewin	Geburtshilfe und Gynäkologie
Prof.Dr.W.A.Lieb	Augenheilkunde
Prof.Dr.K.Luff	Gerichtsmedizin
Prof.Dr.H.Martin	Innere Medizin
Prof.Dr.R.Mittermaier	Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Prof.Dr.E.F.Pfeiffer	Klinische Endokrinologie
Prof.Dr.K.Pirlet	Physikalische Therapie
Prof.Dr.K.L.Radenbach	Innere Medizin
Prof.Dr.Dr.Dr.Dr.B.Rajewsky	Biophysik

Prof.Dr.J.v.Reckow

Prof.Dr.G.Rossberg

Prof.Dr.W.Rotter

Prof.Dr.G.Schoop

Prof.Dr.K.Schöffling

Prof.Dr.A.W.Schwenzer

Prof.Dr.W.Siede

Prof.Dr.G.K.Steigleder

Prof.Dr.F.Strnad

Prof.Dr.R.Thiel

Prof.Dr.E.Ungeheuer

Prof.Dr.A.Wacker

Prof.Dr.Weisse

Prof.Dr.G.Wilhelm

Prof.Dr.H.Zimmermann

Prof.Dr.J.Zutt

Zahnheilkunde

Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

Pathologie

Zoonosen

Innere Medizin

Geburtshilfe und Gynäkologie

Innere Medizin

Dermatologie

Röntgendiagnostik

Augenheilkunde

Chirurgie

Therapeutische Biochemie

Kinderheilkunde

Kinderheilkunde

Pathologie

Neurologie und Psychiatrie

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die der Medizinischen
Fakultät Frankfurt/Main zur Promotionsprüfung eingereichte
Arbeit mit dem Titel
LITERARISCHE UND EXPERIMENTELLE STUDIEN ÜBER DIE ANWENDUNGS-
MÖGLICHKEITEN FÜR KUNSTSTOFFE IN DER OPERATIVEN

AUGENHEILKUNDE

in der Universitätsaugenklinik unter Leitung und mit Unter-
stützung von Herrn Prof.Dr.W.A. Lieb ohne sonstige Hilfe
selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine
anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel
benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen
Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht
noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt/Main, den 21.11.1964

Inhard Müller-Plante

